





విజ్ఞానము

ఆధునిక,భౌతిక,జీవ,గృహ,వృక్ష

నిత్య జీవితంలో భౌతిక శాస్త్రం - 1





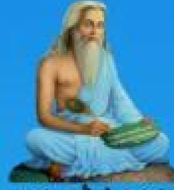
సదాశివ సమారంభాం


గురు దక్షిణామూర్తి


గురు వేదవ్యాస మహర్షి


గురు శుక మహర్షి

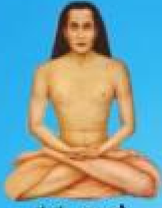

గురు నారద మహర్షి


గురు వాల్మీకి మహర్షి


గురు శ్రీకృష్ణ

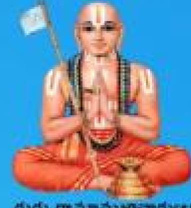
శంకరాచార్య మధ్యమాం


గురు దత్తాత్రేయ


గురు బాబాజీ


గురు గౌతమ బుద్ధ


గురు ఆదిశంకరాచార్య

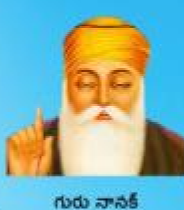

గురు రామానుజాచార్యులు


గురు జ్ఞానేశ్వర్


గురు రవిదాస్


గురు కబీర్ దాస్


గురు చైతన్య మహా ప్రభువు

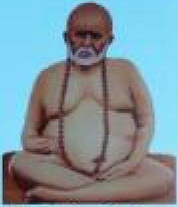

గురు నానక్


గురు రాఘవేంద్ర స్వామి


గురు వీరబ్రహ్మేంద్ర స్వామి


యోగి వేమన

అస్మదాచార్య పర్యంతాం

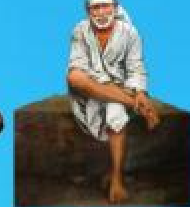

గురు త్రైలింగ స్వామి


గురు లాహిరి మహాశయ



గురు రామకృష్ణ పరమహంస, అమ్మ శారదాదేవి


గురు వివేకానంద

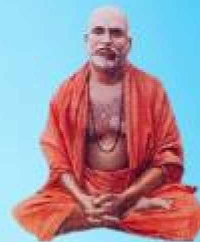

గురు సాయి బాబా


గురు అరబిందో


గురు రమణ మహర్షి


గురు యోగానంద


గురు భక్తివేదాంత ప్రభుపాద


గురు మళయాళస్వామి


గురు విద్యాప్రకాశానందగిరి


గురు చంద్రశేఖర పరమాచార్య

వందే గురుపరంపరాం..




నన్ను "నేను" తెలుసుకోవటానికి

నన్ను "నేను" మార్చుకోవటానికి

"నేను" గా ఉండటానికి

మరియు అత్యుత్తమ జీవన విధానానికి

కావలసిన భక్తి,జ్ఞాన,కర్మ,ధర్మ సమాచారం ఒకేచోట తెలుగులో ఉచితంగా!

సాధారణంగా వేదాంతం తెలుసుకోవాలనే కోరిక వుంటుంది, కాని గ్రంధాలు అందుబాటులో లేవు. ఇంకొకరి దగ్గర గ్రంధాలు వుంటాయి, కాని జిజ్ఞాసువులకి ఎక్కడ ఉన్నవో తెలియదు. అలాగే కొన్ని లైబ్రరీ లో కొన్ని రకాల పుస్తకాలు మాత్రమే లభ్యం అవుతున్నాయి, అంతేగాక విలువైన గ్రంధాలు సరైన సంరక్షణ లేక కనుమరుగైపోతున్నాయి, కనుక మన అందరి కోసం భారత ప్రభుత్వం పురాతన ఆధ్యాత్మిక గ్రంధాలను సంరక్షించే నిమిత్తం ఎంతో శ్రమతో కంప్యూటరీకరణ ద్వారా ఒక చోట చేర్చుతూ ఆన్ లైన్ చేయటం జరిగింది. ఇటువంటి విలువైన జ్ఞాన సంపదను మరింత సులభంగా అందుబాటులోకి తీసుకురావటానికి సాయి రామ్ సేవక బృందం ఉడతా భక్తి గా ఇప్పటివరకి దాదాపు **5000** పుస్తకాలను వివిధ వర్గాలుగా విభజించి PDF(eBOOK) రూపంలో ఆన్ లైన్ లో ఉచితంగా అందించటం జరిగింది. కనుక ప్రతి ఒక్కరు ఈ సదవకాశాన్ని సద్వినియోగం చేసుకోగలరు. ఇందుకు సహాయం అందించిన భారత ప్రభుత్వపు వెబ్ సైట్(డిజిటల్ లైబ్రరీ అఫ్ ఇండియా http://www.new.dli.ernet.in), ఆర్కైవ్ వెబ్ సైట్(https://archive.org), గూగుల్ వెబ్ సైట్(https://www.google.co.in), మైక్రోసాఫ్ట్ వెబ్ సైట్(http://www.microsoft.com) కు మేము ఋణపడివున్నాము.అలాగే ఇటువంటి బృహత్తర కార్యక్రమానికి పెద్ద మొత్తం లో గ్రంధాలను అందించిన తిరుమల తిరుపతి దేవస్థానమునకు కూడా మనం ఋణపడివున్నాము. సాయి రామ్ సేవక బృందం కోరుకొనేది ఒక్కటే, ప్రతి ఇల్లు ఆధ్యాత్మిక జ్ఞాన గ్రంధాలతో నిండిపోవాలన్నదే మా కోరిక.

ఈ గ్రంధాలను ఉచితంగా ఆన్ లైన్ లో చదువుటకు, దిగుమతి(డౌన్లోడ్) చేసుకొనుటకు గల మార్గాలు:

1) భారత ప్రభుత్వపు వెబ్ సైట్: http://www.new.dli.ernet.in లేక http://www.dli.ernet.in
2) సాయి రామ్ వెబ్ సైట్: http://www.sairealattitudemanagement.org
3) సాయి రామ్ గూగుల్ సైట్: https://sites.google.com/site/sairealattitudemanagement
4) ఆర్కైవ్ వెబ్ సైట్: https://archive.org/details/SaiRealAttitudeManagement

ఈ జ్ఞాన యజ్ఞం పై గల సలహాలు,సూచనలకు సేవక బృందాన్ని సంప్రదించుటకు: sairealattitudemgt@gmail.com

సాయి రామ్ భక్తి,జ్ఞాన సమాచారం: https://www.facebook.com/SaiRealAttitudeManagement

సాయి రామ్ భక్తి,జ్ఞాన సంబంద వీడియోలు: https://www.youtube.com/user/sairealattitudemgt

ఈ జ్ఞాన యజ్ఞంలో ప్రతి ఒక్కరు పాల్గొని, ఈ అవకాశాన్ని సద్వినియోగం చేసుకొని,మీరు సంతృప్తులైతే మరొక సాధకునికి, జిజ్ఞాసువులకు మార్గం చూపించగలరని ఆశిస్తున్నాము. మీరు చదువుకోవటంలో ఏమైనా ఇబ్బంది కలిగితే సేవక బృందంను సంప్రదించగలరు. ఒకవేళ మా సేవలో ఏమైన పొరపాటు వస్తే మన్నించగలరు.

ఈ గ్రంధపు భారత ప్రభుత్వ డిజిటల్ లైబ్రరీ గుర్తింపు సంఖ్య: 2990100071469

SaiRealAttitudeManagement(SAI RAM) - సాయి నిజ వ్యక్తిత్వ నిర్వహణ(సాయి రామ్)

* సర్వం శ్రీ సాయినాధ పాద సమర్పణమస్తు *

భారత ప్రభుత్వపు వెబ్ సైట్ - డిజిటల్ లైబ్రరీ అఫ్ ఇండియా

http://www.new.dli.ernet.in

Digital Library of India: Inc ×

www.new.dli.ernet.in

Digital Library of India

Hosted by: Indian Institute of Science, Bangalore in co-operation with
CMU, IIIT-H, NSF, ERNET and MCIT for the Govt. of India and 21 major participating centres.

Home | Vision | Mission | Goals | Benefits | Content Selection | Current Status | People | Funding | Copyright Policy | FAQ | RFP

Books Journals Newspapers
Palm-Leaves (Manuscripts)

Title: Ramayanam
Author:
Year: to
Subject: Any Subject
Language: Telugu
Scanning Centre: Any Centre
Clear | Search

Presentations and Report
Statistics Report
Status Report
Feedback | Suggestions |
Problems | Missing links or Books

Click here for PDF collection
DLI MIRROR at IUCAA Data Center PUNE

DLI

For the first time in history, the Digital Library of India is digitizing all the significant works of Mankind.

Click Here to know More about DLI New!

Books	Journals	Newspapers	Manuscripts
• Rashtrapati Bhavan • CMU-Books • Sanskrit • TTD,Tirupathi • Kerala Sahitya Akademi	• INSA	• Times of India • Indian Express • The Hindu • Deccan Herald • Eenadu • Vaartha	• Tamil Heritage Foundation • AnnaUniversity NEW!

Title Beginning with.

A B C D E F G H I J K L M N O P Q R S T U V W X Y Z

Author's Last Name

A B C D E F G H I J K L M N O P Q R S T U V W X Y Z

Year

1850-1900	1901-1910	1911-1920	1921-1930	1931-1940	1941-1950	1951-

Subject

Astrophysics	Biology	Chemistry	Education	Law	Mathematics	Mythology	Religion	For more subjects...

Language

Sanskrit	English	Bengali	Hindi	Kannada	Marathi	Tamil	Telugu	Urdu

అతి విశిష్టం ఈ దానం!

స్వామి వివేకానంద

"దానాలలోకెల్లా ఆధ్యాత్మిక విద్యాదానం చాలా శ్రేష్ఠమైంది! దాని తరువాతిది లౌకిక జ్ఞానదానం, ప్రాణదానం, అన్నదానం" అని వ్యాసమహర్షి చెప్పారు.

మన ఆధ్యాత్మిక జ్ఞానం భారతదేశ హద్దులలో నిలిచి పోకూడదు. లోకమంతటినీ ఆవరించాలి! ఇలా లోకవ్యాప్తమైన ధర్మప్రచారాన్ని మన పూర్వులు చేశారు. హైందవ వేదాంతం ఎన్నడూ ఈ దేశం దాటి పోలేదని చెప్పేవారూ, మతప్రచారార్థం తొలిసారిగా, పరదేశాలకు వెళ్ళిన సన్న్యాసిని నేనే అని చెప్పేవారూ, తమ జాతిచరిత్ర నెరుగని వారే! ఇలాంటి సంఘటనలు ఎన్నోసార్లు జరిగాయి. అవసరమైనప్పుడల్లా, భారతీయ ఆధ్యాత్మిక జ్ఞానప్రవాహం వెల్లువలా లోకాన్ని ముంచెత్తుతూ వచ్చింది.



రాజకీయ ప్రచారాన్ని రణగొణధ్వనులతో, యోధులతో సాగించవచ్చు. అగ్నిని కురిపించి, కత్తిని ఝళిపించి, లౌకిక జ్ఞానాన్నీ, సంఘనిర్మాణ విజ్ఞానాన్నీ విరివిగా ప్రచారం చేయవచ్చు. కానీ ఆధ్యాత్మిక జ్ఞానదానం కళ్ళకు కనిపించకుండా, చెవులకు వినిపించకుండా కురుస్తూ, రోజా పువ్వుల రాసుల్ని వికసింపజేసే మంచులాగా నిశ్శబ్దంగా జరగవలసి ఉంది. భారతదేశం నిరాడంబరంగా, లోకానికి మళ్ళీ మళ్ళీ చేస్తూ వచ్చిన దానమిదే!

మిత్రులారా! నేను అవలంబించే విధానాన్ని తెలియజేస్తాను వినండి. భారతదేశంలోనూ, ఇతర దేశాల్లోనూ మన పారమార్థిక ధర్మాలను బోధించడానికి తగినవారుగా మన యువకుల్ని తయారు చేయడానికై భారతదేశంలో కొన్ని సంస్థలను నెలకొల్పాలి! ఇప్పుడు మనకు కావలసింది బలిష్ఠులు, జవసంపన్నులు, ఋజువర్తనులు, ఆత్మ విశ్వాసపరులు అయిన యువకులు. అలాంటి వారు నూరుమంది దొరికినా, ప్రపంచం పూర్తిగా పరివర్తన చెందగలుగుతుంది!!

ఇచ్ఛాశక్తి తక్కిన శక్తులన్నిటి కన్నా బలవత్తరమైంది. అది సాక్షాత్తూ భగవంతుని దగ్గరి నుండి వచ్చేదే కాబట్టి దాని ముందు తక్కినదంతా లొంగిపోవలసిందే. నిర్మలం, బలిష్ఠం అయిన 'ఇచ్ఛ' (సంకల్పం) సర్వశక్తిమంతమైంది. దానిలో మీకు విశ్వాసం లేదా? ఉంటే మీ మతంలోని మహోన్నత ధర్మాలను ప్రపంచానికి బోధించడానికై కంకణం కట్టుకోండి. ప్రపంచం ఆ ధర్మాల కోసమై ఎదురుచూస్తోంది. అనేక శతాబ్దాలుగా ప్రజలకు క్షుద్రసిద్ధాంతాలు నేర్పడం జరిగింది. వారు వ్యర్థులని ప్రపంచమంతటా బోధలు జరిగాయి. ఎన్నో శతాబ్దాల నుండి వారు ఈ బోధనల వల్ల భయభ్రాంతులై, పశుప్రాయులైపోతున్నారు. తాము ఆత్మస్వరూపులమనే మాటను వినడానికైనా వారెన్నడూ నోచుకోలేదు. "నీచాతినీచుడిలో కూడా ఆత్మ ఉంది. అది అమృతం, పరమ పవిత్రం, సర్వశక్తిమంతం, సర్వవ్యాపకమైనది" అని వారికి ఆత్మను గురించి చెప్పండి. వారికి ఆత్మవిశ్వాసాన్ని ప్రసాదించండి. ❖

మూలం: శ్రీ రామకృష్ణ ప్రభ - ఫిబ్రవరి 2014

నిత్యజీవితంలో భౌతిక శాస్త్రం

(రెండు భాగాలు)

1

మూలం : యాకోవ్ పెరెల్మాన్

అనువాదం : డా. కె.బి. గోపాలం



విశాలాంధ్ర పబ్లిషింగ్ హౌస్
విజ్ఞాన భవన్, 4-1-435 బ్యాంక్ స్ట్రీట్
హైదరాబాద్ - 500 001.

NITYAJEEVITHAM LO BHOUTHIKA SASTRAM - I & II
By YAKOV PERELMAN - Translation by : Dr. K.B. GOPALAM

ప్రచురణ నెం. : 2350/2338 R

మొత్తం పేజీలు : 230 + 222 = 452

ప్రతులు : 1000

రెండు భాగాల ప్రథమ ముద్రణ : మార్చి, 2000

రెండు భాగాల ద్వితీయ ముద్రణ : నవంబర్, 2002

రెండు భాగాల తృతీయ ముద్రణ : అక్టోబర్, 2004

వెల : రూ.150-00

ప్రతులకు : విశాలాంధ్ర పబ్లిషింగ్ హౌస్
4-1-435, విజ్ఞాన భవన్, బ్యాంక్‌స్ట్రీట్,
హైదరాబాద్ - 500 001.
E-mail : Visalaandhraph@yahoo.com
విశాలాంధ్ర బుక్ హౌస్
హైదరాబాదు (సుల్తాన్‌బజార్, అబిడ్స్),
విజయవాడ, అనంతపురం, విశాఖపట్నం,
హన్మకొండ, గుంటూరు, తిరుపతి, కాకినాడ.

ముద్రణ : శ్రీ కళాంజలి గ్రాఫిక్స్, హైదరాబాద్ - 29. ఫోన్ : 2322 4831

అనువాదకుని అభిప్రాయం

విశాల విశ్వంలోని వస్తు పదార్థమంతా రసాయనాలతో తయారయింది. ఆ రసాయనాలను ఒక పద్ధతిలో పట్టి పనిచేయించే విధానాలు, భౌతికశాస్త్రంలోకి వస్తాయి. ప్రతిప్రాణికి, ప్రతి మనిషికి అనునిత్యం అనుభవంలోకి వచ్చే ఈ భౌతికశాస్త్రం ఎంతో విచిత్రమయినది. మనం ఎల్లా నడుస్తాము, ఎలా కదులుతాము అని ఎప్పుడయినా ప్రశ్నించుకున్నామా? కానీ, భౌతిక శాస్త్రపరంగా ఈ నడక వెనుక గల పద్ధతిని, విశేషాలను చెప్పినప్పుడు విన్నవారికి, చదివిన వారికి ఆశ్చర్యం తప్పదు.

సూది ఎందుకు కుచ్చుకుంటుంది? గాలిలో చలి ఎందుకు ఎక్కువనిపిస్తుంది? మంట పైకే ఎందుకు మండుతుంది? విసన కర్ర మనకు ఎలా సహాయం చేస్తుంది? ఇవన్నీ మనం, ఎప్పటికప్పుడు 'ఎవరినయినా అడిగి తెలుసుకుంటే బాగుండును!' అనిపించే ప్రశ్నలు అయితే, వీటికి ఓపికగా, మనకు అర్థం అయే పద్ధతిలో జవాబు చెప్పేవారు ఎక్కడున్నారో తెలియక, ప్రశ్నను ప్రశ్నగానే వదిలేస్తాం. యాకోవ్ పెరెల్మాన్ ఇటువంటి సమాచారాన్నంతా సమీకరించి ఒక చక్కని పుస్తకం తయారు చేశారు. ఆ పుస్తకం రష్యన్‌లో 18 ముద్రణలు పొందింది. 13వ ముద్రణ 1936లో వచ్చింది. 18వ ముద్రణను ఆంగ్లంలోకి అనువదించారు. దాని ఆధారంగా ఇదుగో ఈ తెలుగు పుస్తకాన్ని మీకు అందిస్తున్నాం.

పుస్తకం రాసి చాలా సంవత్సరాలయిన మాట. నిజమే! కానీ ఇందులో చెప్పిన విషయాలేవీ, పనికిరానివి కావు. అవి ఈ నాటికే కాదు? ఏనాటికయినా సత్యాలే! కానీ, ఈ పుస్తకం చదివేటప్పుడు ఒక విషయం గుర్తుంచుకోవాలి. ఇది భౌతిక శాస్త్రంలోని అధునాతన సిద్ధాంతాలను కానీ, అన్ని సిద్ధాంతాలను కానీ తెలియజెప్పడానికి రాసిందికాదు. సరదాగాను, ఉపయోగకరంగానూ ఉండే కొన్ని విషయాలను ఎంచుకుని, వాటిని చాలా చక్కని పద్ధతిలో మనకు అందజేశాడు రచయిత. ఆ విశేషాలను, చేతనయినంత వరకు, సులభంగా, తెలుగులో అందజేయడానికి నేను ప్రయత్నించాను. ఈ పుస్తకం చదివే వారికి తప్పకుండా వినోదంతో బాటు విజ్ఞానం కూడా కలుగుతుంది.

గోపాలం కె.బి.
25.8.93

ఇందులో...

★ ★ ★

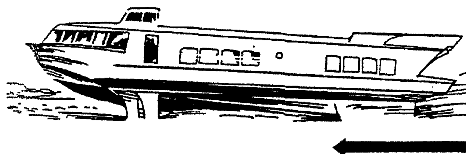
వేగం - చలనం

మనం ఎంత వేగంగా కదులుతాం?

పరుగు పందాలలో పాల్గొనే మంచి ఆటగాడు ఒకటిన్నర కిలో మీటర్ల దూరాన్ని సుమారు 3 నిమిషాల 50 సెకండ్లలో పరుగెత్తగలడు. ఒక మామూలు మనిషి సాధారణంగా సెకండుకు ఒకటిన్నర మీటరు దూరం చొప్పున నడుస్తాడు. అంటే పరుగు పందాల ఆటగాడు సెకండుకు ఏడుమీటర్లు పూర్తిచేస్తాడన్నమాట. అయినా ఈ వేగాలు ఒకదానితో ఒకటి పోల్చదగినవి కావు. నడుస్తూ ఉంటే గంటకు 5 కి.మీ.ల చొప్పున కొన్ని గంటల తరబడి నడక కొనసాగించవచ్చు. ఆటగాడు మాత్రం తన వేగాన్ని కొంతకాలంపాటు మాత్రమే చూపగలడు. సైనికులు డబుల్ మార్చ్‌లో ఆటగాని వేగంలో మూడవ వంతు వేగంతో నడుస్తారు. వారు సెకండుకు రెండు మీటర్లు లేదా గంటకు సుమారు 7 కిలోమీటర్లు నడుస్తారు.

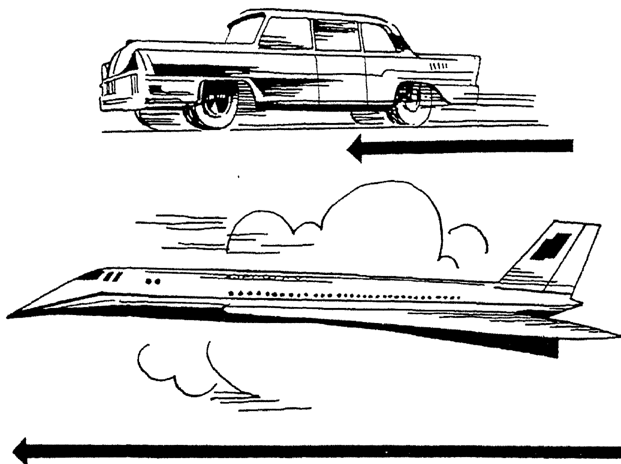
నత్తనడక, తాబేటి పరుగు గురించి కథలుగా చెప్పుకుంటారు గదా! వాటి వేగంతో మీ సాధారణ నడక వేగాన్ని పోల్చి చూస్తే చాలా సరదాగా ఉంటుంది. నత్తనడక నిజంగానే కథగా చెప్పదగింది. అది సెకండుకు ఒకటిన్నర మిల్లీమీటర్లు కదులుతుంది. అంటే గంటకు 5.4 మీటర్లు. అంటే మీ వేగంలో సరిగ్గా వెయ్యవవంతు. తాబేటిది పరుగు అన్నాం. అంతేగాని దానివేగం కూడా ఎక్కువేమీ కాదు. అది గంటకు 70 మీటర్లు పరుగెత్తగలదు.

నత్తతో, తాబేటితో పోల్చినపుడు మీనడక గొప్ప వేగం గలది అనిపించవచ్చు. అదే నడకను, మనచుట్టూ కనబడే వేరే కదిలికలతో పోల్చి చూస్తే నత్తనడక అనిపిస్తుంది. ఆ ఇతర చలనాలు మహావేగం గలవేమీ కాకపోయినా సరే! మైదానాల్లో ప్రవహించే నదులవేగం కన్నా మనిషి నడకే వేగం గలది. గాలి వీచే వేగం, నడక కన్నా కొంచెమే ఎక్కువ. కానీ సెకండుకు 5 మీటర్లు కదిలే ఈగతో పోటీ వేసుకోవాలంటే మీరు కాళ్లకు చక్రాలు కట్టుకోవలసిందే! గుర్రమెక్కి స్వారీ చేస్తున్నా సరే, మీరు కుందేలు, వేటకుక్కల వేగాన్ని చేరుకోలేరు. విమానమెక్కితే గాని గద్దతో పోటీపడడం వీలుకాదు.



చిత్రం 1. శీఘ్రగామి అయిన హైడ్రోఫాయిల్ ప్రయాణీకుల నౌక

అయితే మనిషి కనుగొన్న యంత్రాలు మాత్రం మనిషిని వేగంలో దేనికీ తీసిపోకుండా చేయగలిగాయి. సోవియట్ వారి హైడ్రోఫాయిలె ప్రయాణికుల పడవలు గంటకు 60 నుండి 70 కి.మీ.లు ప్రయాణించగలుగుతాయి. నేలమీద రైళ్లు, కార్లలో నీటిమీదికన్నా వేగంగా పయనించవచ్చు. అవి గంటకు రెండువందల కిలోమీటర్లు ఆపైన కూడా పయనించగలవు. అధునాతన విమానాలు అంతకన్నా వేగంగా పయనిస్తాయి.



చిత్రం 2. 'జిల్'- III'సోవియట్ మోటారుకారు

చిత్రం 3. 'టి.యు - 144' జెట్ విమానం

రష్యాలో ప్రయాణికుల కోసం వినియోగిస్తున్న TU-104, TU-114, TU-144 విమానాలు గంటకు 800 కి.మీల వేగంతో ప్రయాణిస్తాయి. ధ్వని వేగం సెకండుకు 330 మీటర్లు, లేదా గంటకు 1,200 కి.మీలు. విమానాలకు రూపకల్పన చేసే సాంకేతిక నిపుణులు ధ్వని వేగంతో పయనించగల విమానాలను తయారు చేయాలని ప్రయత్నించారు. ఆ ప్రయత్నాలు సఫలమయ్యాయి కూడా! సూపర్ సోనిక్ జెట్ విమానాలు చిన్నవయినా గంటకు 2000 కి.మీల దాకా పయనించగలుగుతున్నాయి.

మనిషి తయారుచేసిన వాహనాలలో ఇంతకన్నా వేగం గలవి కూడా ఉన్నాయి. కృత్రిమ ఉపగ్రహాలు భూవాతావరణం నుండి బయటపడిన తర్వాత సెకండుకు సుమారు 8కి.మీల వేగంతో దూసుకుపోతాయి. సౌరమండలంలోని గ్రహాల పరిశీలన కోసం ప్రయోగించే అంతరిక్ష నౌకలు భూవాతావరణంలో నుండి తప్పించుకుని

వెలుపలికి పోవడానికి భూమి దగ్గరే సెకండుకు 11.2 కి.మీల వేగంతో ప్రయాణం ప్రారంభించాలి. నిజానికవి అంతకన్నా ఎక్కువ వేగాన్ని సాధించగలుగుతున్నాయి.

కింది పట్టికలో వేగాలకు సంబంధించిన కొన్ని ఆసక్తికర విశేషాలున్నాయి.

నత్త	సెకండుకు	1.5 మి.మీ	లేదా గంటకు	5.4 మీ.లు
తాబేలు	"	20 మి.మీ	"	70 మీ.లు
చేప	"	1 మీటరు	"	3.6 కి.మీ.లు
నడుస్తున్న మనిషి	"	1.4 "	"	5 కి.మీ.లు
నడిచే గుర్రాలదళం	"	1.7 "	"	6 కి.మీ.లు
పరుగెత్తే ,,	"	3.5 "	"	12.6 కి.మీ.లు
ఈగ	"	5 "	"	18 కి.మీ.లు
మంచుమీద స్కీలతో మనిషి	"	5 "	"	18 కి.మీ.లు
దౌడు తీసే గుర్రాలు	"	8.5 "	"	30 కి.మీ.లు
హైడ్రోఫాయిల్ ఓడ	"	16 "	"	58 కి.మీ.లు
కుందేలు	"	18 మీటర్లు	"	65 కి..మీ.
గద్ద	"	24 "	"	86 కి.మీ.లు
వేటకుక్క	"	25 "	"	90 కి.మీ.లు
రైలు	"	28 "	"	100 కి.మీ.లు
పందెం కారు (రికార్డు)	"	174 "	"	633 కి.మీ.లు
TU-104 జెట్ విమానం	"	220 "	"	800 కి.మీ.లు
గాలిలో శబ్దం	"	330 "	"	1,200 కి.మీ.లు
సూపర్ సోనిక్ జెట్	"	550 "	"	2,000 కి.మీ.లు
భూమి కక్ష్యలో తిరిగే వేగం	"	30,000 "	"	108,000 కి.మీ.లు

కాలానికి ఎదురుగా పరుగు:

విమానంలో వ్లాదివోస్తక్ నుండి ఉదయం ఎనిమిది గంటలకు బయలుదేరి అదేరోజు ఉదయం ఎనిమిది గంటలకే మాస్కో చేరుకోవడం వీలవుతుందా?

ఇది పిచ్చిమాట ఏమాత్రం కాదు. నిజంగా సాధ్యమయేదే. వ్లాదివోస్తక్, మాస్కో నగరాల క్షేత్రాకాలాల్లో 9 గంటల వ్యత్యాసం ఉండడమే ఇందుకు కారణం. ఈ రెండు నగరాల మధ్య దూరాన్ని మన విమానం సరిగ్గా తొమ్మిది గంటల్లో పయనించగలిగితే బయలుదేరిన సమయానికే మాస్కోలో దిగవచ్చు. ఈ రెండు నగరాల మధ్యదూరం 9000 కి.మీలు. అంటే మన విమానం గంటకు 1000 కి.మీలు ప్రయాణిస్తే చాలు. ఈ వేగం ప్రస్తుతకాలంలో అసాధ్యమేమీకాదు.

ఆర్కిటిక్ ప్రాంతంలో సూర్యుడితో (సరిగా చెప్పాలంటే భూమితో) పోటీ వేసుకోవాలంటే ఇంతకన్నా తక్కువ వేగమే సరిపోతుంది. నోవయ జెమ్ల్యాకు ఎగువన, 77వ అక్షాంశం ప్రాంతంలో సూర్యునికి సాపేక్షంగా భూమి తిరిగే వేగాన్ని సాధించాలంటే, విమానంలో గంటకు 450 కి.మీలు ప్రయానిస్తే సరిపోతుంది. ఆ ప్రాంతంలో ఆ వేగంతో విమానంలో ప్రయానిస్తుంటే, ప్రయాణం కొనసాగినంత

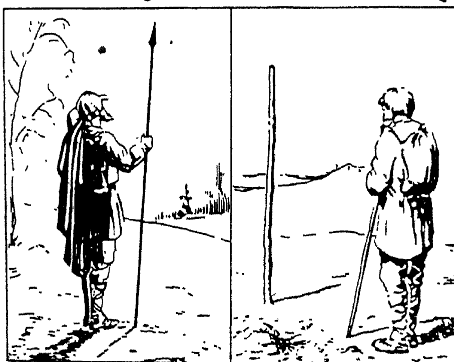
కాలం సూర్యుడు మనకు స్థిరంగా ఒకేచోట కనబడుతుంటాడు. మనం గనుక సరియైన దిశలో ప్రయాణిస్తున్నట్లయితే సూర్యుడు అస్తమించడమనే ప్రశ్నే ఉండదు!

చంద్రుడు భూమి చుట్టు పయనించే వేగాన్ని అధిగమించడం మరెంత సులభం. చంద్రుడు భూమి చుట్టు ఒక ప్రదక్షిణం చేయడానికి, భూమి తనచుట్టు తాను ఒకసారి తిరిగే సమయం కన్నా 29 రెట్లు ఎక్కువ కాలం పడుతుంది (అయితే మనమిక్కడ క్రమ వేగాలను కాకుండా, సహజంగా కోణీయ చలనాలను పోల్చి చూస్తున్నామని గమనించవలసి ఉంది.) కాబట్టి గంటకు 15 నుండి 18 నాట్స్ (Knots) పయనించగల స్టీమరేదయినా సరే చంద్రుని వేగాన్ని అధిగమించ గలుగుతుంది.

మార్క్ ట్వెయిన్ తను రాసిన "ఇన్నొసెంట్స్ అబ్రాడ్" అనే పుస్తకంలో ఇటువంటి విషయాన్ని గురించి చెబుతాడు. అట్లాంటిక్ సముద్రంలో న్యూయార్క్ నుండి అజోర్స్ ద్వీపాలకు పయనిస్తున్నప్పుడు "ఎండా కాలపు వాతావరణం హాయిగా ఉండేది. రాత్రులు మరింత ఆహ్లాదకరంగా ఉండేవి. ప్రతి రాత్రీ నిండు చంద్రుడు ఒకే సమయానికి, అదేచోట ఆకాశంలో దర్శనమివ్వడమనే వింత పరిస్థితిని మేము చూచాము. చంద్రుని ఈ వింత ప్రవర్తనకు గల కారణం మాకు ముందుగా తోచలేదు, అయితే మేము తూర్పు దిశగా చాలావేగంగా ప్రయాణిస్తున్నామన్న విషయాన్ని గమనించిన తర్వాత మా కాలమానానికి రోజుకు 20 నిమిషాలు అదనంగా కలుస్తున్నాయని అర్థమయింది. అంటే చంద్రుడు ఒకే చోట కనిపించడానికి అవసరమయిన వేగంతో కదులుతున్నాయని అర్థం"

సెకండులో వెయ్యవ వంతు:

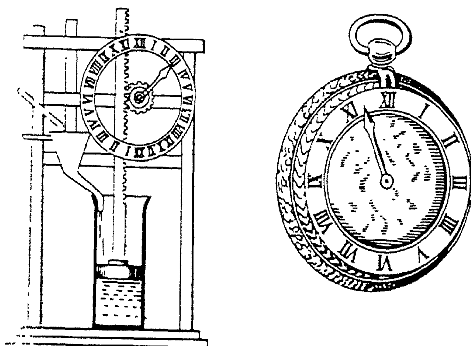
కాలమానం విషయంలో మామూలు మనుషులయిన మనకు సెకండులో వెయ్యవ వంతంటే ఒక లెక్కలోది కాదు. ఈ రకమయిన కాలప్రమాణాలు ఈ



చిత్రం 4. సూర్యుణ్ణి బట్టి కాలనిర్ణయం: (ఎడమ) సూర్యుడున్న స్థానాన్ని బట్టి, (కుడి) నీడ నిడివిని బట్టి.

మధ్యనే మన ప్రయోగ కార్యక్రమాల్లో చోటు చేసుకున్నాయి. సూర్యుడు ఆకాశంలో ఉన్న స్థావరాన్ని బట్టి, లేదా నీడల పొడుగును బట్టి టైము తెలుసుకునే రోజుల్లో మానవుడు నిమిషాలను గురించి పట్టించుకోలేదు. వాటిని లెక్క వేయడం దండగ అనుకున్నాడు. ప్రాచీన కాలంలో మనుషుల జీవితం చాలా నింపాదిగా గడిచేది. అందుకే ఆనాటి గడియారాలు అంటే సన్‌డయల్స్, నీటి గడియారం, ఇసుక గడియారం మొదలయిన వాటిలో నిమిషాల పేరిట ప్రత్యేక విభజనలు లేనే లేవు. నిమిషాల ముల్లు తొలిసారిగా 18వ శతాబ్దిలో గడియారాల్లో చోటుచేసుకున్నది. సెకండ్ల ముల్లు కేవలం 150 సంవత్సరాల క్రితం మాత్రమే వచ్చింది.

చిత్రం 5. (ఎడమ) పాతకాలపు నీటి గడియారం, (కుడి) పాతకాలపు జేబు గడియారం. రెంటిలోనూ నిమిషాల ముల్లు లేకపోవటం గమనించండి.



మళ్లీ ఒకసారి మన నిమిషంలో వెయ్యవవంతు దగ్గరికి తిరిగి వెళదాం. ఇంత తక్కువకాలంలో ఏం జరగగలదనుకుంటున్నారు? చాలానే జరగ గలదు! నిజమే! ఒక మామూలు రైలు ఇంతకాలంలో 3 సెం.మీల దూరం కదులుతుంది. అయితే శబ్దం మాత్రం 33 సెం.మీలు కదులుతుంది. విమానం అరమీటరు కదులుతుంది. ఈ కాలప్రమాణంలో భూమి సూర్యుని చుట్టూ తిరుగుతూ తన కక్ష్యలో 30 మీటర్లు కదులుతుంది. కాంతి 300 కి.మీల దూరాన్ని చేరుకుంటుంది. మన చుట్టూ గల సూక్ష్మజీవులు సెకండులో వెయ్యవ వంతు అనే ఈ కాలప్రమాణాన్ని అంత సులభంగా కొట్టివేయవు. (అవి ఆలోచించగలిగినప్పుడే ననుకోండి!) ఉదాహరణకు, కీటకాలకు అదొక పెద్ద విరామ కాలం. దోమ ఒక సెకండుకాలం లో తన రెక్కలను 500 నుండి 600 సార్లు కదిలిస్తుంది. అంటే సెకండులో వెయ్యవ వంతు కాలంలో అది తన రెక్కలను కిందకు వంచడం, లేదా పైకెత్తడం చేస్తుంది.

మనం మన అవయవాలను కీటకాలంత వేగంగా కదిలించలేం. మనం చేయగల అతివేగమయిన శరీర చర్య కళ్లార్పడం. మనం కళ్లార్పిన కొంత కాలం పాటు

మన ఎదుటి దృశ్యం మనకు కనబడలేదని కూడా గ్రహించలేం. 'కనురెప్పపాటు' అనేది వేగానికి ఉదాహరణంగా మారింది. అయినా సెకండులో వెయ్యవ వంతుతో పోలిస్తే ఇది నెమ్మదిగా జరిగే పని అని చాలా మందికి తెలియదు. ఒక పూర్తి "కనురెప్ప పాటు" అంటే సెకండులో అయిదింట రెండవ వంతుకాలమని లెక్క వేసి కనుగొన్నారు. అంటే 'సెకండులో వెయ్యవ వంతులు 400 అన్నమాట. కనురెప్పపాటు అనే కార్యక్రమాన్ని ఈ రకం దశలుగా విభజించవచ్చు. మొదట, కనురెప్పలు కిందకు దించడం, ఇందుకు నిమిషంలో వెయ్యవవంతులు 75 నుండి 90 కావాలి. రెండవ దశ, మూసుకున్న రెప్పలకు విరామం 130–170 వెయ్యవ వంతులు. ఇక మూడవ దశగా రెప్పలను పైకెత్తడానికి సుమారు 170 వెయ్యవ వంతులు పడుతుంది.

కనురెప్పపాటు అంటే చాలా కాలమే అని గమనించారుగదూ! ఈ కాలంలో రెప్పలకు విరామం కూడా దొరుకుతుంది. సెకండులో వెయ్యవ వంతు కాలంలో జరిగే విషయాలను మనం మానసికంగా చిత్రీకరించుకోగలిగితే, కనురెప్పపాటులో మనకు రెప్పల కదలికలు రెండు రకాలుగాను, వాటి మధ్యకాలంలో ఒక విరామం కూడా కనబడుతుంది.

మామూలుగా చెప్పాలంటే మనం నిజంగా ఈ రకంగా మానసిక చిత్రీకరణ చేయగలిగితే మన చుట్టూగల ప్రపంచం మరో రకంగా కనబడుతుంది. హెచ్.జీ. వెల్స్ తన పుస్తకం 'న్యూ ఆక్సలరేటర్'లో రాసుకున్న వింత విషయాలన్నీ మనం చూడగలుగుతాం. ఈ కథలోని మనిషి ఒక వింత పానీయాన్ని తాగుతాడు. అ[illegible]డతనికి వేగమయిన కదలికలన్నీ స్థిరమయిన దృశ్యాలుగా కనబడనారంభిస్తాయి. అ[illegible]గుంటాయో చూడండి:

"కిటికీ ముందు తెర ఈ రకంగా ఉండగా ఎప్పుడయినా చూశావా?"

"నేనూ అతను చూస్తున్న వేపు చూశాను. కిటికీ తెర అంచు, గాలికి ఎగురుతున్నట్లు మధ్యలో మడతపడి నిశ్చలంగా నిలబడి ఉంది".

"నిజమే! ఇది చాలా విచిత్రం!"

"ఇటుచూడు!" అన్నాడతను. చేతిలో పట్టుకున్న గ్లాసును వదిలేశాడు. సహజంగానే నేను ఉలిక్కిపడ్డాను. గ్లాసు కిందపడి బద్దలవుతుందనుకున్నాను. పగలడం కాదు కదా, అది కనీసం ఉన్నచోట నుండి కదలను కూడా లేదు. గ్లాసు గాలిలో స్థిరంగా నిలిచి ఉంది. "మొరటుగా చెప్పాలంటే ఈ అక్షాంశాలలో వస్తువులు సెకండుకు 16 అడుగులచొప్పున కిందపడతాయి. ఈ గ్లాసు అదే వేగంతో కిందపడుతున్నది. అయితే సెకండులో వందవ వంతు కాలంలో అది కిందపడకపోవడం నీవు చూడగలుగుతున్నావు. *

---

* ఏ వస్తువయినా కిందపడడం మొదలుపెట్టిన మొదటి సెకండులోని మొదటి వందవ వంతుకాలంలో మొత్తం దూరంలోని వందవ భాగం పడదని గ్రహించవలసి ఉంది. ఇక్కడ గ్లాసు కూడా అంతే. $S=1/2gt^2$ అనే ఫార్ములా ప్రకారం అది కేవలం 10,000 భాగం దూరం మాత్రమే పడుతుంది. ఇది కేవలం 0.5 మి.మీ మాత్రమే సెకండులోని మొదటి వెయ్యవ వంతులో అది పడే ఎత్తు 0.01 మి.మీలు!

అంటే నా ఆక్సలేటర్‌లోని వేగం గురించి నీకు ఒక ఆలోచన కలిగి ఉంటుంది! ఈ మాటలు చెపుతూ అతను తన చేతిని క్రిందపడుతున్న గ్లాసు చుట్టూ, క్రింద, పైనా తిప్పసాగాడు.

చివరకు అతను దాన్ని అడుగున పట్టుకుని నెమ్మదిగా తీసి పక్కనబల్ల మీద పెట్టాడు. "అహ్హా!" అంటూ నావేపు చూచి నవ్వాడు.

నేను కిటికీలోంచి బయటకు చూశాను. సైకిలు నడుపుతున్న ఒక వ్యక్తి కదలకుండా ఉన్నాడు. అతని తల ముందుకు వంగి ఉంది. వెనక చక్రం చుట్టూ దుమ్ముతెర నిశ్చలంగా నిలబడి ఉంది. ముందు ఒక గుర్రపుబండి కదలకుండా ఉంది. సైకిలతను మాత్రం దాన్ని దాటిపోవాలని ప్రయత్నిస్తున్నట్లు కనబడుతున్నది.

మేము గేటుగుండా వీధిలోకి వెళ్లాము. దారిలో నిశ్చలంగా కనబడుతున్న జన సందోహాన్ని చూశాం. గుర్రంబండీ చక్రాలు, కొన్ని గుర్రాల కాళ్లు, బండి నడుపుతున్న వ్యక్తి చేతిలోని కొరడా చివర, ఆవులిస్తున్న అతని కింది దవడ, కదులుతున్నాయన్న తీరుగా ఉన్నాయి. మిగతా వాహనమంతా కదలిక లేకుండా ఉంది. చుట్టూ ఎటువంటి చప్పుడు కూడా లేదు. ఒక మనిషి గొంతులోంచి, మాత్రం గురకలాంటి చప్పుడు వినబడింది. నిశ్చలంగా కనబడుతున్న ఈ దృశ్యంలో ఒక డ్రైవరు, ఒక కండక్టరు, పదకొండు మంది ప్రయాణికులు కూడా ఉన్నారు....

గాలికి రెపరెపలాడుతున్న వార్తా పత్రికను మడత పెట్టాలని ఒక ఎర్రని మనిషి నానా కష్టాలు పడుతున్నాడు. కానీ అతనిలో కూడా కదలిక కనబడడంలేదు. వీళ్లందరి మీదుగా ఒక గాలివీస్తున్న భావన కూడా ఉంది. కానీ గాలికదులుతున్నట్లు మాకు మాత్రం అనిపించడం లేదు.---

ఆ ఔషధం నా నరాల్లో పనిచేయడం ప్రారంభించిన తరువాత జరిగినవన్నీ నేను చూచినవి, చెప్పినవన్నీ, --ఈ మనుషులు, ఈ ప్రపంచం తీరు మొత్తం నిజానికి ఒక 'కనురెప్పపాటులో' జరిగాయి"

ఇదీ ఎచ్.జి.వెల్స్ కథలో తీరు. ఈ రోజుల్లో శాస్త్రజ్ఞులు కొలతవేయడం సాధ్యమయిన అన్నింటికన్నా తక్కువ కాలప్రమాణం ఎంతో తెలుసా? ఈ శతాబ్దం తొలినాటికి అది సెకండులో 10,000 వ వంతు మాత్రమే. ఇప్పుడు మాత్రం భౌతిక శాస్త్రజ్ఞులు సెకండులో 100,000 మిలియన్ల భాగాన్ని కొలత వేయగలుగుతున్నారు. 3000 సంవత్సరాలలో సెకండు ఎంత భాగం అవుతుందో ఈ సమయం సెకండులో అంతభాగం!

స్లో మోషన్ కెమెరా:

హెచ్.జి.వెల్స్ కథ రాస్తుండిన కాలంలో స్లోమోషన్ కెమెరా అనే పరికరం ఒకటి ఉంటుందనే ఆలోచన కూడా లేదు. అయితే అతను బతికి ఉండగానే ఇది వాడుకలోకి వచ్చింది. తను ఊహించి కథగా రాసిన దృశ్యాలను అతను

కళ్లతో చూడగలిగాడు. మామూలు సినిమా కెమెరాలో సెకండుకు 24 షాట్లు ఉంటాయి. ఈ స్లోమోషన్ కెమెరాలో ఇంకా ఎక్కువ ఉంటాయి. ఇందులో తీసిన ఫిల్మును మామూలు 24 షాట్ల ప్రొజెక్టర్ ద్వారా తెరమీద వేసి చూస్తే, సంఘటనలన్నీ చాలా నెమ్మదిగా జరుగుతున్నట్లు కనబడతాయి. ఉదాహరణకు హై జంప్‌లో వ్యక్తి తాపీగా నెమ్మదిగా పైకి ఎగిరి, నెమ్మదిగా కిందకు పడతాడు. మరింత సంక్లిష్టమయిన స్లోమోషన్ కెమెరాలు హెచ్.జి.వెల్స్ ఊహించిన రకం దృశ్యాలను కూడా చూపగలుగుతాయి.

మనం సూర్యుని చుట్టు వేగంగా ఎప్పుడు కదులుతాం?

పారిస్ నగరపు వార్తాపత్రికలో ఒకసారి ఒక వింతప్రకటన వచ్చింది "కేవలం 25, సెంట్లకే రోజుకు 25,000 కిలో మీటర్లు ప్రయాణం చేసే అవకాశం!" అని. ఆ ప్రకటనను నమ్మి కొందరు అమాయకులు ప్రకటనదార్లకు సొమ్ము పంపించారు. తిరుగు టపాలో వారికొక ఉత్తరం వచ్చింది. అందులో ఇలా ఉంది:

"అయ్యా! మీరు పడక మీద హాయిగా పడుకోండి. అయితే భూమి తన చుట్టు తాను తిరుగుతున్నదన్న, సంగతిని మాత్రం గుర్తుంచుకోండి. 49 వ అక్షాంశం మీద అంటే పారిస్ నగరం గల చోట మనం కదిలే వేగం రోజుకు 25,000 కి.మీలు. ప్రయాణిస్తూ మీరు బయటి దృశ్యాన్ని చూడదలుచుకుంటే, కిటికీ తెరలు తొలగించండి అందాల ఆకాశాన్ని తిలకించండి".

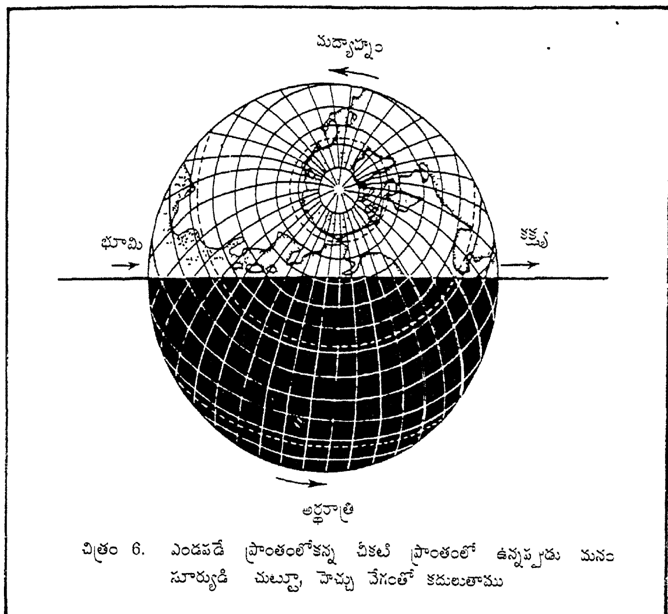
ఈ ఉత్తరాలు పంపిన మనిషిని పట్టుకుని మోసానికి తగిన శిక్ష విధించారు. ఆ తర్వాత కూడా కథ కొనసాగుతుంది. తీర్పును ఓపికగా విని, అడిగిన నష్ట పరిహారాన్ని కూడా చెల్లించిన తర్వాత ఆ పెద్దమనిషి నాటకంలో లాగ పోజుపెట్టి "అది తిరుగుతుంది!" అని గెలీలియో డైలాగు అప్పజెప్పాడట!

అతను చెప్పింది కొంతవరకు నిజమే! భూమి మీద ఉన్న ప్రతి మనిషి భూమి తన చుట్టు తాను తిరుగుతుంటే, దాంతో బాటు ప్రయాణిస్తాడు. అంతేకాదు. భూమి సూర్యుడి చుట్టూ తిరుగుతుంటే, మరింత వేగంగా పయనిస్తాడు. ఈ మన భూగ్రహం, మనతోసహా, మరి ఇతరంగా ఉన్న సమస్త వస్తువులతో సహా, అంతరిక్షంలో ప్రతి సెకండుకు, 30 కి.మీలు పరుగెడుతూ ఉంటుంది. అదే సమయంలో తనచుట్టు తాను తిరుగుతుంది కూడా! ఇందుమూలంగా ఆసక్తికరమయిన ప్రశ్న ఒకటి పుడుతుంది. మనం సూర్యుడి చుట్టు ఎప్పుడు వేగంగా తిరుగుతాం? రాత్రిపూటా? లేక పగలా?

చిక్కు ప్రశ్నే కదూ? అయితే భూమికి ఒక పక్కన పగలుంటే, మరో పక్కన రాత్రి ఉంటుంది. అలాగని ప్రశ్నను మరీ అర్థం లేనిదిగా కొట్టివేయకండి. నేను అడుగుతున్నది భూమి వేగం గురించికాదు. ఈ భూమి మీద బతుకుతున్న మనం, తిరుగుతున్నప్పటి వేగం సంగతి అది అసలు ప్రశ్న!

సౌరమండలంలో మనం రెండు రకాలుగా కదులుతున్నాం. మనం సూర్యుని

చుట్టూ తిరుగుతున్నాం. అదే సమయంలో భూమి అక్షం చుట్టూ కూడా తిరుగుతున్నాం. ఈ రెండు రకాల కదలికలు కలుస్తాయి. అయితే ఫలితాలు మాత్రం రకరకాలుగా ఉంటాయి. మనం పగలున్న వేపున్నామా? చీకటి వేపున్నామా అనే విషయం మీద ఈ ఫలితాలు ఆధారపడి ఉంటాయి.



చిత్రం 6. ఎండపడే ప్రాంతంలోకన్న చీకటి ప్రాంతంలో ఉన్నప్పుడు మనం సూర్యుడి చుట్టూ, హెచ్చు వేగంతో కదులుతాము

అర్ధరాత్రి సమయంలో భూమి కక్ష్యలో తిరిగే వేగానికి, అక్షం మీద తిరిగే వేగం కలుస్తుంది. అయితే పగటి పూట మాత్రం ఇందుకు సరిగా వ్యతిరేకంగా జరుగుతుంది. దీన్ని మీరు చిత్రం 6 లో చూడవచ్చు. భూమి తిరిగే దిశకు అక్షం మీద తన చుట్టు తాను తిరిగే దిశ వ్యతిరేకంగా ఉండడంతో పగటి పూట వేగం తగ్గుతుంది. అంటే మనం మధ్యరాత్రి సమయంలో సూర్యుడిచుట్టు, పగటి కన్నా వేగంగా తిరుగుతామని అర్థం. భూమధ్యరేఖ మీది ఏ ప్రాంతమయినా సెకండుకు అర కిలోమీటరు కదులుతుంది. కాబట్టి మధ్యరాత్రి, మధ్యాహ్నం మనం సౌరమండలంలో కదిలే వేగాల మధ్య సెకండుకు కిలోమీటరు తేడా ఉంటుంది.

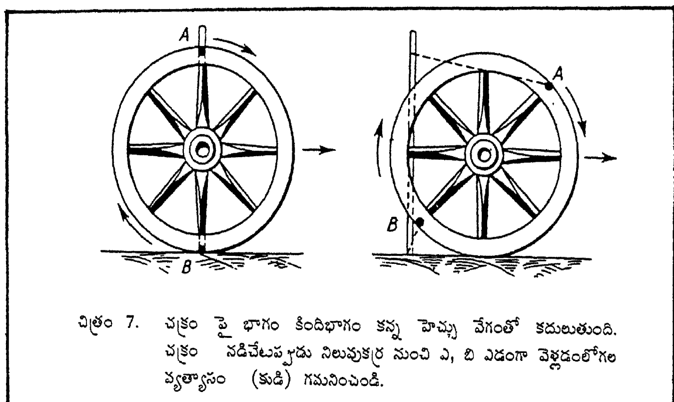
బండి-చక్రం చిక్కు ప్రశ్న:

బండి చక్రానికి గాని లేదా సైకిలు టైరుకుగాని ఒక అంచుకు రంగు కాగితం ముక్కనొకదాన్ని అతికించండి. ఇక ఆ బండి, లేదా సైకిలు నడుస్తున్నప్పుడు ఏమి

జరుగుతుందో గమనించి చూడండి. మీరు నిజంగా గమనించగలిగితే, రంగుకాగితం నేలదగ్గరకు వచ్చినపుడు బాగా కనబడుతుంది. అదే పై భాగానికి వచ్చినపుడు కనబడీ కనబడనంత వేగంగా కదులుతున్నట్లు అనిపిస్తుంది.

అంటే చక్రం కిందభాగం కన్నా పై భాగంలో ఎక్కువ వేగంగా కదులుతున్నట్లు అనిపిస్తుంది కదూ? కదిలే చక్రంలోని పుల్లలను, ఆకులను గమనించినపుడు కూడా ఇదే విధంగా అనిపిస్తుందా? తప్పకుండా! పై భాగంలో పుల్లలు అలుక్కుపోయి అన్నీ ఒకటైనట్లు కనబడతాయి. కింద భాగంలో మాత్రం అవి విడివిడిగా, స్పుటంగా వేటికవే కనబడతాయి.

కదిలే చక్రంలో పై భాగం కింది భాగం కన్నా వేగంగా కదులుతుంది. ఇది నమ్మశక్యం గాని విషయంగా తోచవచ్చు. అయితే దీన్ని విశదీకరించి చెప్పడం మాత్రం సులువు.



చిత్రం 7. చక్రం పై భాగం కిందిభాగం కన్న హెచ్చు వేగంతో కదులుతుంది. చక్రం నడిచేటప్పుడు నిలువుకర్ర నుంచి ఎ, బి ఎడంగా వెళ్లడంలోగల వ్యత్యాసం (కుడి) గమనించండి.

కదిలే చక్రంలోని ప్రతి స్థానం ఒకేసారి రెండురకాల కదలికలకు లోనవుతుంది. ఒక కదలిక అక్షం మీద గుండ్రంగా తిరగడమయితే, రెండవది అక్షంతోబాటు ముందుకు కదలడం. ఇది కూడా భూమి కదలిక లాంటిదే! ఈ రెండు కదలికలు కలుస్తాయి. ఫలితం మాత్రం చక్రంలోని రెండు భాగాలలో వేరు వేరుగా ఉంటుంది. చక్రంపై భాగంలో రెండు కదలికలు ఒకే దిశలో సాగుతాయి. కాబట్టి అవి ఒకదానికొకటి తోడవుతాయి. అయితే కింద భాగంలో మాత్రం అక్షం మీద కదలిక, ముందుకు సాగే కదలికకు వ్యతిరేక దిశలో ఉంటుంది. అందుకే ఆ భాగంలో కదలిక తగ్గినట్లు కనబడుతుంది. అందుకే స్థిరంగా ఉండే దృష్టికి కదలికలు వేరువేరుగా కనబడతాయి.

ఈ విషయాన్ని మరో సులభమయిన ప్రయోగం ద్వారా అర్థం చేసుకోవచ్చు. కదలకుండా ఉన్న ఒక చక్రం ప్రక్కన నేలలో ఒక కర్రను పాతండి. ఈ కర్ర

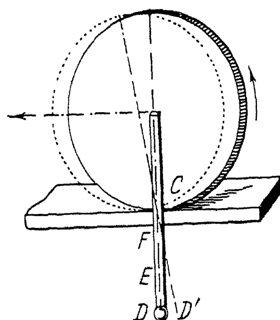
అక్షం ఉండే స్థానంలో ఉండాలి (చిత్రం 7) చక్రం అంచుల మీద క్రరకు సూటిగా, సుద్దతోగాని బొగ్గుతోగాని గుర్తులు పెట్టండి. ఈ గుర్తులు చక్రం పైచివరన, కింద నేలను తగిలిన చోట ఉంటాయి. ఇప్పుడు చక్రాన్ని కుడికి, అంటే ముందుకు కదిలించండి. అక్షం క్రరనుండి 20 లేదా 30 సెం.మీలు ముందుకు కదులుతుంది. ఇప్పుడు గుర్తులు ఎక్కడున్నాయో గమనించండి. పైన పెట్టిన గుర్తు A చాలాముందుకు కదిలి ఉంటుంది. దానితో పోల్చి చూస్తే క్రింది గుర్తు B ఇంచుమించు కదలనట్లే ఉంటుంది.

చక్రంలో అన్నింటికన్నా నెమ్మదిగా కదిలే భాగం

తిరిగే చక్రంలోని అన్ని భాగాలు ఒకే వేగంతో కదలడం లేదని మనం గమనించాం. వీటిలో అన్నిటికన్నా నెమ్మదిగా కదిలేది ఏది? అది భూమిని తగిలి ఉండే భాగమే. నిజంగా చెప్పాలంటే భూమికి తగిలినప్పుడు ఈ భాగం స్థిరంగా ఉంటుంది. ఈ విషయం ముందుకు కదిలే బండి చక్రాల విషయంలో మాత్రమే. స్థిరంగా ఉండే అక్షం మీద గుండ్రంగా తిరిగే చక్రం అలా కాదు. అందులోని అన్ని భాగాలు ఒకే వేగంతో తిరుగుతుంటాయి.

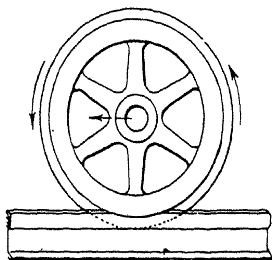
మెదడుకు మేత

కదిలే చక్రం లాంటిదే మరో చిక్కు ప్రశ్న! లెనిన్‌గ్రాడ్ నుండి మాస్కో వెళుతున్న ఒక రైల్లో ఏ భాగమయినా, రైలుపట్టాలకు సంబంధించినంతవరకు, ముందుకు కాక వెనక్కు పరుగెడుతుంటుందా? నిశ్చయంగా! ఎలాగో తెలుసుకుందాం! రైల్లోని అన్ని చక్రాలలోనూ ప్రతిక్షణం, ఇలా వెనకకు పోయే భాగం ఒకటి తప్పకుండా ఉంటుంది. అవి చక్రం నుండి బయటకు పొడుచుకు వచ్చే అంచు అడుగు స్థానంలో ఉంటాయి. రైలు ముందుకు కదులుతుంటే ఈ భాగాలు వెనక్కు కదులుతుంటాయి. సులభంగా చేయగలిగే ఒక చిన్న ప్రయోగం చేసి చూస్తే ఈ విషయం మనకు సులభంగానే అర్థమవుతుంది. ఒక నాణెం తీసుకుని దాని వ్యాసార్థం వెంట, కొంచెం బయటకు చొచ్చుకు వచ్చే విధంగా ఒక అగ్గి పుల్లను అతికించండి. నాణాన్ని అగ్గిపుల్లతో బాటు నిలువుగా, ఒక అడుగుబద్ద అంచుమీద ఉంచండి. బొటన వేలితో అదిమి నాణెం స్కేలుకు C దగ్గర తగిలేలా పట్టుకోండి. తరువాత దాన్ని ముందుకు, వెనక్కు కదిలించండి. బయటకు చొచ్చుకు వచ్చిన అగ్గిపుల్ల భాగాలు F,E,D లు ముందుకు కాకుండా వెనకకు కదులుతున్నాయని మీరు గమనించగలుగుతారు. అగ్గిపుల్ల చివర 'D' వెనక్కుపోయినా కొద్దీ మీరీ కదలికను బాగా గుర్తించగలుగుతారు.



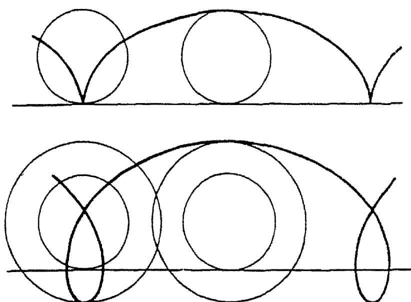
చిత్రం 8. నాణెం ఎడమ పక్కకు దొర్లినప్పుడు, పొడుచుకు వచ్చే అగ్గిపుల్ల తాలూకా భాగాలు వెనక్కు పోతాయి.

రైలు చక్రం పైని భాగాలు కూడా ఇలాగే కదులుతాయి. అంటే రైలులో రైలుతో బాటు ముందుకు పోయేవి కాక, వెనక్కు పోయే భాగాలు కూడా



చిత్రం 9. రైలు చక్రం ఎడమ పక్కకు నడిచినప్పుడు దాని అంచులోని దిగువ భాగాలు వెనక్కు పోతాయి.

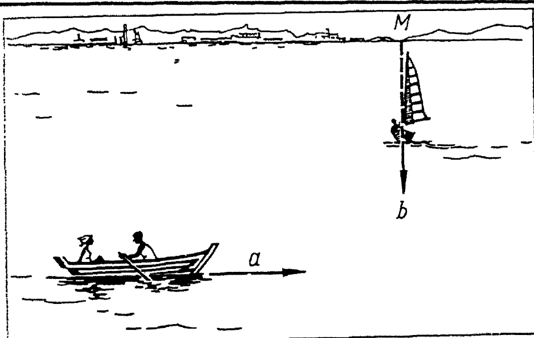
కొన్ని ఉన్నాయంటే ఆశ్చర్యపడనవసరం లేదు. ఈ రకమైనా కదలిక సెకండులో కొంతకాలం మాత్రమే నిలుస్తుంది. అయినా ఇటువంటి కదలికలు నిశ్చయంగా ఉన్నాయి. 9, 10 చిత్రాలు ఈ విషయాన్ని విశదీకరిస్తాయి.



చిత్రం 10. (ఎగువ) బండి నడిచేటప్పుడు దాని చక్రం అంచునగల ప్రతి భాగమూ ఇలాటి వక్రరేఖ ('సైక్లాయిడ్') వెంబడి నడుస్తుంది. (దిగువ) రైలు నడిచేటప్పుడు దాని చక్రం అంచున గల ప్రతి భాగమూ ఇలాటి వక్రరేఖ వెంబడి నడుస్తుంది.

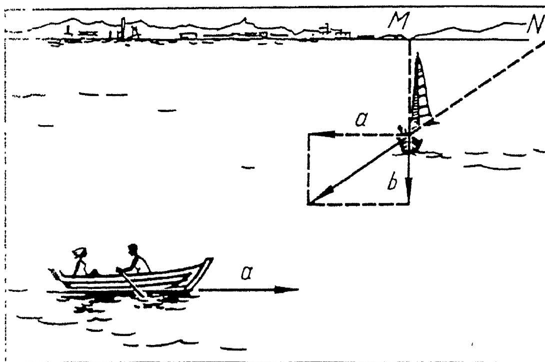
పడవ ఎక్కడినుండి బయలుదేరింది?

ఒక తెడ్డు పడవ సరస్సులో ప్రయాణిస్తున్నది. అది చిత్రం 11 లో బాణం 'a' చూపిన దిక్కుగా కదులుతున్నది. దాని దారికి అడ్డంగా ఒక తెరచాప పడవ వస్తున్నది. b బాణం గుర్తు దాని మార్గాన్ని సూచిస్తుంది. ఇంతకూ తెరచాప పడవ ఎక్కడనుండి బయలుదేరింది? మీరైతే సులభంగా M అనే స్థానాన్ని చూపిస్తారు. తెడ్డు పడవలోని వారు మాత్రం మరో చోటుని చూపిస్తారు. ఎందుకు?



చిత్రం 11. తెరచాప పడవ తెడ్డుపడవ వెళ్లే దారికి అడ్డంగా నడుస్తున్నది. రెండింటి వేగాలనూ ఎ, బి అనే బాణాలు సూచిస్తాయి. తెడ్డు పడవలో వాళ్లకు ఏం కనిపిస్తుంది?

డింగీలోని వారు, తెరచాప పడవ తాము వెళ్లే దారికి అడ్డంగా సమకోణంలో వస్తున్నదని గమనించలేరు. వారు స్వయంగా తాము కదులుతున్నామన్న సంగతిని గ్రహించలేరు గాబట్టి ఇలా జరుగుతుంది. వారు తాము స్థిరంగా ఉన్నామనుకుంటారు. చుట్టుపట్ల వస్తువులన్నీ, తమకు వ్యతిరేకదిశలో తమవేగంతోనే కదులుతున్నట్లు ఊహించుకుంటారు. వారి దృష్టికి తెరచాప పడవ కేవలం b బాణం గుర్తు దిశలోనేగాక, తమకు వ్యతిరేకంగా a మక్కుల గీత దిశలో కూడా పయనిస్తున్నట్లు అనిపిస్తుంది. (చిత్రం 12) ఈ రెండు



చిత్రం 12. తెరచాప పడవ ఎన్ అనే చోటినుంచి ఏటవాలు మార్గంలో ప్రయాణిస్తున్నట్లు తెడ్డుపడవలోవాళ్లు భావిస్తారు.

కదలికలు సమాంతర చతుర్భుజ సిద్ధాంతం ప్రకారం, కలిసి కనబడతాయి. ఫలితంగా తెడ్డు పడవలో వారికి, తెరచాప పడవ, సమాంతర చతుర్భుజం యొక్క కర్ణం ab దిశలో కదులుతున్నట్లు అనిపిస్తుంది. అందుకే వారికి తెరచాప పడవ M నుండి కాక N బయలుదేరినట్లు అనిపిస్తుంది. మనకు నక్షత్రాలు కూడా, భూమి తన కక్ష్యలో తిరిగే దిశగా కొంచెం కదిలినట్లు కనబడతాయి. అయితే కాంతి వేగంతో పోల్చి చూస్తే భూమి వేగం చాలా తక్కువ (10,000 రెట్లు తక్కువ) అందుకే కాంతి విపథనం అనబడే ఈ స్థానభ్రంశం, నక్షత్రాల విషయంలో చాలా స్వల్పంగా మాత్రమే కనబడుతుంది. అయితే ఖగోళ పరిశోధనా పరికరాలు ఈ భ్రంశాన్ని గుర్తించగలుగుతాయి.

తెరచాప పడవ చిక్కుప్రశ్న మీకు బాగనిపించింది కదూ? ఇటువంటివే మరో రెండు ప్రశ్నలకు జవాబులివ్వండి.

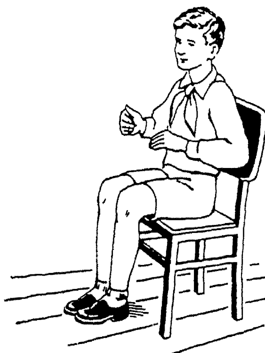
ముందుగా తెరచాప పడవలో వారు డింగీ కదలిక గురించి, ఊహించే దిశను గుర్తించండి. వారు డింగీ ఎటువేపు పోతుందనుకుంటారో కూడా గుర్తించండి.

ఈ ప్రశ్నలకు జవాబు చెప్పాలంటే a బాణం గుర్తుపై సమాంతర చతుర్భుజాన్ని నిర్మించాలి. (చిత్రం 12) అందులోని కర్ణం దిశగా డింగీ వెడుతున్నదని తెరచాప పడవ వారు అనుకుంటారు. అంటే అది ఒడ్డుకేసి పోతున్నదని వారికి అనిపిస్తుంది.

గురుత్వాకర్షణ, బరువు, తులాదండాలు, ఒత్తిడి

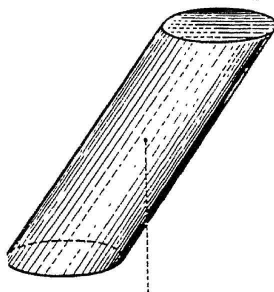
లేచి నిలబడడానికి ప్రయత్నించండి!

కుర్చీకి మిమ్మల్ని కట్టివేయని మాట వాస్తవమే. అయినా మీరు ఆ కుర్చీ మీద ఒక ప్రత్యేక పద్ధతిలో కూచొని ఉండకపోతే, దాని మీదినుండి మీరు లేచి నిలబడలేరు. మీకు ఈ విషయం జోకులాగ అనిపించవచ్చు. సరే! ప్రయత్నించి చూద్దాం! కుర్చీ మీద చిత్రం 13 లో అబ్బాయి కూచున్న విధంగా కూచోండి. నిటారుగా కూచోండి. కాళ్లని కుర్చీ కిందకు వంచకూడదు. ఇప్పుడు కాళ్లను కదిలించకుండా నడుం వంచకుండా లేచి నిలబడడానికి ప్రయత్నించండి. ఎంత ప్రయత్నించినా సరే మీకు లేవడం సాధ్యం కాదు. కాళ్లు కుర్చీ కిందకు వంచి, మీరు ముందుకు వంగితేనే లేవగలుగుతారు.



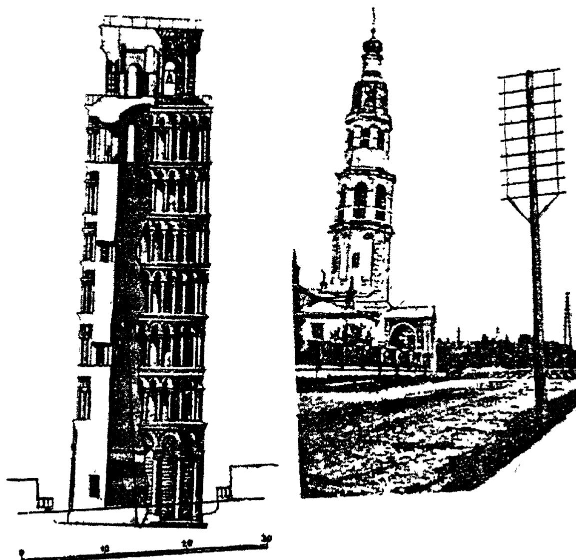
చిత్రం 13. లేవడం అసాధ్యం

ఇలా ఎందుకు జరుగుతుందో చెప్పేముందు వస్తువుల సమతాస్థితి గురించి, ముఖ్యంగా మానవ శరీరం యొక్క నిశ్చలత గురించి చెప్పాలి. వస్తువు యొక్క గరిమనాభి నుండి కిందకు గీచిన లంబరేఖ, ఆ వస్తువు యొక్క పీఠం గుండా వెళ్ళినప్పుడు మాత్రమే స్థిరంగా నిలబడగలుగుతుంది. చిత్రం 14లోని ఏటవాలు గొట్టం తప్పకుండా కింద పడుతుంది. ఒకవేళ దాని గరిమనాభి నుండి లంబరేఖ



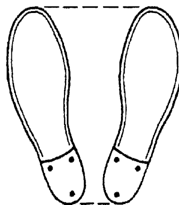
చిత్రం 14. గరిమనాభియొక్క లంబం పీఠం వెలపల పడడంచేత సిలిండరు పడి తీరాలి.

పీఠం గుండా గనక వెళితే అది అలాగే నిలబడుతుంది. పైజా, బొలోనాలలోని వాలి ఉన్న గోపురాలు (చిత్రం 15 ఎడమ), అర్ఖాన్‌గెల్‌స్క్‌లోని గోపురం (చిత్రం 15 కుడి) పడిపోకుండా నిలిచి ఉండడానికి కారణం ఇదే! వాటి గరిమనాభి, పీఠం బయటకు వాలిలేదు. అయితే వాటి పునాదులు నేలలో చాలా లోతువరకు ఉన్నాయనేది కూడా మరోకారణం.



చిత్రం 15. అర్ఖాన్‌గెల్‌స్క్ వద్ద ఉండే ఏటవాలు గోపురం (పాత ఫోటో అధారంతో)

మన శరీరం గరిమనాభి నుండి లంబరేఖ, మన పాదాలు ఆక్రమించిన స్థానం గుండా నేలను తాకుతున్నంత వరకు, మనం నిశ్చలంగా నిలబడగలుగుతాం (చిత్రం 16). అందుకే ఒంటికాలిమీద నిలబడడమన్నా, త్రాటిమీద నడవడమన్నా అంతకష్టం. మన పీఠం చాలా చిన్నది. గరిమనాభి లంబరేఖ సులభంగా దీంట్లో నుంచి బయటకు పోతుంది. చాలా కాలం నౌకలలో పనిచేసిన వారి నడక ఎంత వికారంగా ఉంటుందో గమనించారా? వారెప్పుడూ కదిలేపడవల్లో ఉంటారు. అక్కడ గరిమనాభి లంబరేఖ ఏక్షణాన్నయినా పీఠం నుండి తప్పిపోయే ప్రమాదం ఉంటుంది. అందుకే వారు కాళ్ళు దూర దూరంగా పెట్టి పీఠం ప్రదేశాన్ని చేతనయినంత పెంచి నడవడం అలవాటుచేసుకుంటారు. అప్పుడుగానీ, వారికి పడకుండా నౌక మీద నడవడం వీలుకాదు. వారు భూమి మీదకూడా అలవాటు కొద్దీ అలాగే నడుస్తుంటారు.



చిత్రం 16. మనిషి నిలబడినప్పుడతని గరిమనాభి లంబం పాదాలకు మధ్యగ ఆవరణలో పడుతుంది.

ఇలాంటిదే కానీ ఇందుకు వ్యతిరేకమయిన పరిస్థితి మరొకటి. ఇందులో బ్యాలెన్సు నిలుపుకోవాలని చేసే ప్రయత్నం, ఠీవియయిన పోజునిస్తుంది. బరువులు మోసే కూలీలు చక్కగా నిటారుగా నిలబడడం, నడవడం, బహుశః మీరు గమనించే ఉంటారు. తలమీద నీటికుండలు మోస్తున్న అమ్మాయిల అందమయిన విగ్రహాలను కూడా మీరు చూచి ఉంటారు. వీరు తలమీద బరువు మోస్తున్నారు గాబట్టి, తలను మొత్తం శరీరాన్ని నిటారుగా నిలిపి ఉంచుతారు. తలమీద బరువు వల్ల వీరి గరిమనాభి కొంచెం పైకి చేరుతుంది. అప్పుడు వారు ఏ కొంచెం పక్కకు వంగినా లంబరేఖ సులభంగా పాదాలు ఆక్రమించిన జాగా నుండి బయటకు పడుతుంది. వారుకూడా పడిపోతారు.

అధ్యాయం మొదట్లో మనం మాట్లాడుకున్న కుర్చీ సమస్యకు తిరిగివద్దాం! కూర్చున్న బాబు గరిమనాభి, అతని బొడ్డుకు 20 సెం.మి. పైన, వెన్నెముక ప్రాంతంలో శరీరం లోపల ఉంది. అక్కడి నుండి ఒక లంబరేఖ క్రిందకు గీయండి. అది కుర్చీ గుండా, కాళ్ల వెనకకు చేరుతుంది. మనిషి నిలబడగలగాలంటే ఈ లంబరేఖ, పాదాలు ఆక్రమించిన స్థానంలో ఉండాలని మీకు ఇదివరకే తెలిసింది.

కాబట్టి కుర్చీలోంచి పైకి లేవాలంటే, ముందుకు వంగడం ద్వారాగాని కాళ్లను వెనక్కు వంచడం ద్వారా గానీ లంబరేఖ పాదాల స్థానం గుండా పోయేట్లు చేయాలి. మనం కుర్చీలోంచి లేచే ప్రతిసారీ ఇలాగే చేస్తాం. ఇలా చేయడం వీలుకాకపోతే కూర్చీలోంచి లేవడం కూడా వీలుకాదు. మీకు ఈ సంగతి ఇప్పటికల్లా అనుభవంలోకి వచ్చే ఉంటుంది.

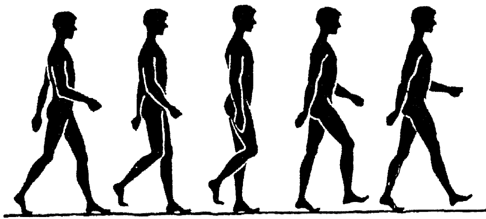
నడక-పరుగు

జీవితంలో ప్రతిరోజు, వేలాదిసార్లు చేసే పనుల గురించి మనకు బాగా తెలిసి ఉండాలి! మనం అలా తెలుసనే అనుకుంటూ ఉంటాం కూడా! అయితే నిజానికిమాత్రం, మనకెన్నో సంగతులు తెలియవు. ఉదాహరణకు నడక, పరుగుల గురించే తీసుకోండి. ఇంతకంటే బాగా తెలిసిన విషయం మరొకటి ఉంటుందా? అయినా నడుస్తున్నప్పుడు, పరుగెత్తుతున్నప్పుడు, మనం ఏం చేస్తున్నామనీ, ఈ రెంటి మధ్యన తేడా ఏమిటనీ ఎంతమందికి స్పష్టంగా తెలుసును? నడక గురించి శరీర శాస్త్రవేత్తలేమంటారో చూద్దాం! వారు చెప్పేది చాలా మందికి ఆశ్చర్యకరంగా ఉంటుందని నా నమ్మకం (ఈ కింది పేరా ప్రొ. పాల్ బెర్ట్ రచించిన జంతుశాస్త్ర ఉపన్యాసాలు అనే పుస్తకంలోనిది)

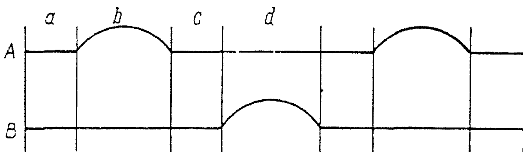
"ఒక మనిషి ఒంటికాలిమీద అంటే కుడికాలిమీద నిలబడ్డాడని అనుకుందాం. అతను తన మడమను పైకెత్తుతూ, ముందుకు వంగుతున్నాడని కూడా అనుకుందాం. (నడుస్తున్నప్పుడు మనిషి, నేలని కాలితో అదిమి ముందుకు కదిలేటప్పుడు, తన బరువుకు తోడు మరో 20 కిలోల ఒత్తిడిని భూమి మీద కలగజేస్తాడు. అంటే నిలబడినప్పటికన్నా, కదిలేటప్పుడు ఎక్కువ ఒత్తిడిని కలగజేస్తాడు–పెరెల్మాన్) ఇటువంటి పరిస్థితిలో గరిమనాభి లంబరేఖ తప్పకుండా పీఠం వెలుపలే ఉంటుంది. కాబట్టి మనిషి ముందుకు పడతాడు. ఈ పని మొదలయిందో లేదో అతను తన ఎడమకాలును ముందుకు వేస్తాడు. అప్పటివరకు అది వేలాడుతూ ఉంటుంది. ముందుకు పడుతున్న లంబరేఖ స్థానానికి ముందు సరిగ్గా ఆ కాలు పడుతుంది. అప్పుడు లంబరేఖ రెండు పాదాల మధ్యన ఉంటుంది. ఆ రకంగా బ్యాలెన్సు నిలుస్తుంది. మనిషి ఒక అడుగు ముందుకు కదులుతాడు.

ఈ పరిస్థితిలో మనిషి కొంతకాలం ఉండవచ్చు. కానీ ఇంకా ముందుకు కదలాలనుకుంటే మళ్ళీ మడమ ఎత్తడం, ముందుకు వంగడం, ఈసారి కుడి కాలిని లంబరేఖ ముందుకు వేయడం జరుగుతుంది. కాలుముందుకు వేయకపోతే పడడం తప్పదు. అలా మరో అడుగు ముందుకు కదులుతాడు. అంటే నడక అనే మాటకు 'వరుసగా ముందుకు పడిపోవడం' అని అర్థమన్నమాట. అయితే వెనక మిగిలిపోయిన కాలిని ముందుకు వేసి పడకుండా శరీరాన్ని నిలబెట్టడం జరుగుతుంది.

ఈ సంగతేమిటో మరింత వివరంగా చూద్దాం. మొదటి అడుగువేయడం అప్పటికే అయిపోయిందనుకుందాం. ఈ క్షణంలో కుడి పాదం నేల మీదే ఉంది. ఎడమ పాదం కూడా ఇంచుమించు నేలను తాకుతున్నది. వేసిన అడుగు మరీ

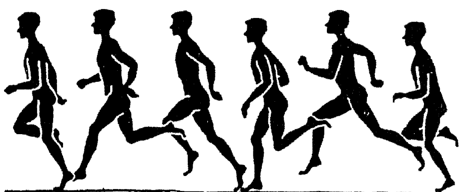


చిత్రం 17. నడక, నడిచే మనిషి తాలూకు క్రమ భంగిమలు



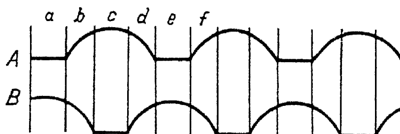
చిత్రం 18. నడిచేవాడి కాళ్ల కదలిక తాలూకు రేఖాచిత్రం (గ్రాఫు) ఎ. అనే గీత ఎడమ పాదానిది, బి కుడి పాదానిది. సూటి రేఖలు పాదం నేలనాని ఉండడాన్నీ, వక్రరేఖలు పాదం గాలిలో ఉండడాన్నీ సూచిస్తాయి. ఎ అనే విభాగంలో ఎడమ, కుడి పాదాలు నేలనాని ఉన్నాయి బి అనే విభాగంలో ఎడమ పాదం గాలిలోనూ, కుడి పాదం నేలమీద ఉన్నాయి. నడక వేగం హెచ్చిన కొద్దీ ఎ, సి విభాగాలు చిన్నవవుతాయి. (చిత్రం 20లో పరుగును చూపించే రేఖాచిత్రం పోల్చి చూడండి.)

చిన్నది కాకపోతే కుడి మడమను పైకెత్తాలి. అలా చేయడం ద్వారానే ముందుకు వంగడం సమతాస్థితిని తప్పించడం వీలవుతుంది. అప్పుడు ఎడమకాలి మడమ ముందు నేలను తాకుతుంది. పాదం పూర్తిగా నేల మీద మోపిన తర్వాతనే, కుడి పాదం నేలనుండి పూర్తిగా పైకి లేస్తుంది. ఈ లోగా, అంతవరకు మోకాటివద్ద కొంచెంగా వంగి ఉండిన ఎడమకాలు పిక్కల్లోని కండరాలను బిగదీయడం ద్వారా ఒక క్షణం పాటు నిటారుగా నిలుస్తుంది. ఇలా నిలవడం వల్ల సగం మడిచిన కుడికాలిని, నేలకు తగిలించనవసరం లేకుండా ముందుకు వేయడం వీలవుతుంది. శరీరం కదలికతో బాటు కుడికాలి మడమ మరో అడుగు ముందుకు వేయడానికి అనువుగా సకాలంలో నేల మీదకు చేరుతుంది. ఇప్పుడు ఎడమకాలి మునివేళ్ళు మాత్రమే నేలను అంటి ఉంటాయి. అది మళ్ళీ పైకి లేచి, కదలికల క్రమాన్ని మరోసారి కొనసాగిస్తుంది.



చిత్రం 19. పరుగు, పరిగెత్తేవాడి క్రమ భంగిమలు (రెండు పాదాలూ ఒకేసారి గాలిలో ఉండే భంగిమలు కూడా వుంటాయి.)

చిత్రం 20. పరిగెత్తేవాడి పాదాల కదలికను చిత్రించే రేఖాచిత్రం (చిత్రం 18 తో పోల్చి చూడండి)



బి, డి. ఎఫ్. విభాగాలలో రెండు పాదాలూ గాలిలో ఉంటాయి. నడకకూ, పరుగుకూ యిదే తేడా

నడకలోలాగ కాక పరుగులో నేలమీద పాదంలోని కండరాలు ఒక్కసారి కుంచించుకుని బలంగా చక్కనవుతుంది. దాంతో శరీరం ముందుకు తోయబడుతుంది. అప్పుడు శరీరం ఒక క్షణం పాటు పూర్తిగా గాలిలో తేలుతుంటుంది. శరీరం మరోసారి కిందకు పడి మరో కాలిమీద నిలుస్తుంది. ఆ కాలు శరీరం గాలిలో ఉన్నప్పుడే ముందుకు కదులుతుంది. అంటే ఒక పాదం తర్వాత మరో పాదం మీద ముందుకు గెంతడాన్ని పరుగు అని అనాలి.

సమతలమయిన ప్రదేశంలో నడుస్తున్నప్పుడు శరీరశక్తి ఖర్చు కావడం అవసరం లేదని చాలా మంది అనుకుంటారు. ప్రతి అడుగువేసి నప్పుడల్లా నడిచే వ్యక్తి శరీరంలోని గరిమనాభి కొన్ని సెం.మీలు పైకి జరుగుతుంది. మనిషి శరీరాన్ని అతను నడిచిన దూరానికి సమమయిన ఎత్తుకు లేవదీయడానికి అవసరమయే శక్తిలో పదిహేనవ వంతు, ఆ దూరం నడవడానికి అవసరమవుతుందని లెక్కవేశారు.

కదిలే కారులోంచి దూకడం ఎలా?

ఇనర్షియా సూత్రం ప్రకారం, కారు నడిచే దిశలో అంటే ముందుకు దూకాలని చాలా మంది జవాబిస్తారు. అయితే ఈ దూకడానికి ఇనర్షియాకు సంబధం ఏమిటి? ఈ ప్రశ్న అడిగిన మరుక్షణం ఇంతకు ముందటి జవాబు చెప్పిన

వారంతా తికమకలో పడతారు. నిజానికి ఇనర్షియా సిద్ధాంతం ప్రకారమయితే వెనక్కు దూకాలి. అయితే ఇందులో ఇనర్షియాకు ఉండేది కేవలం రెండవ స్థానం మాత్రమే

కదిలె కారులోంచి దూకవలసి వచ్చిందనుకోండి. ఏం జరుగుతుంది? దూకిన క్షణంలో శరీరానికి, కారుతో సమానంగానే వేగం ఉంటుంది. ఇది జడత్వం వల్ల ఏర్పడుతుంది. కాబట్టి పడిన తరువాత కూడా శరీరం ముందుకు కదలడానికి ప్రయత్నిస్తుంది. ముందుకు దూకితే, ఈ కదలడాన్ని ఆపడం పోయి, దానికి మరింత వేగాన్ని తోడుచేస్తాం. అంటే మనం కారులోంచి వెనక్కు దూకాలనా అర్థం? అప్పుడు ఇనర్షియా వల్ల కలిగిన ముందుకు దూకే వేగం, వెనక్కు దూకిన వేగం సమానమయి పోయి, నేలను చేరిన తర్వాత శరీరం పడిపోకుండా స్థిరంగా ఉంటుందా?

కానీ, కదిలే బండిలోంచి దూకే ప్రతివారు, బండి వెడుతున్నవేపు, అంటే ముందుకే దూకుతారు. నిజానికి అదే మంచిపద్ధతి. అనుభవం మీద అందరూ తెలుసుకున్నదీ అదే. వెనక్కు దూకి చూడడానికి ప్రయత్నించే వారిని హెచ్చరించడానికి నేను వెనుకాడను.

ఇందులో ఏదో గందరగోళం ఉందనిపిస్తున్నది కదూ? దూకడం ముందుకయినా, వెనక్కయినా పడడం మాత్రం తప్పదు. కాళ్ళు భూమిని తగిలి కదలకుండా నిలబడినా శరీరం మాత్రం కదులుతూనే ఉండడం ఇందుకు కారణం. ముందుకు దూకినపుడు ఈ వేగం మరింత ఎక్కువగా ఉంటుంది. అదిమనం ఇప్పటికే గమనించాం. అయితే ముందుకు దూకడమే అన్ని విధాలా మేలు. అలా దూకిన తరువాత మనం యాంత్రికంగా ఒక అడుగు ముందుకు వేస్తాం, లేదా కొన్ని అడుగులు పరుగెత్తే ప్రయత్నం చేస్తాం. అప్పుడే శరీరానికి నిలకడ కలుగుతుంది. ఈ పనినికూడా మనం నడవడం లాగే ఆలోచన లేకుండా చేస్తాం. నిజానికి, నడవడమంటే, వరుసగా ముందుకు పడిపోతూ, కాలు ముందుకు వేసి నిలదొక్కుకోవడం తప్ప మరొటి కాదు. వెనక్కు పడుతున్నప్పుడు, కాలిని ముందుకు వేసి నిలదొక్కుకోవడం వీలుకాదు కాబట్టి అపాయం మరింత ఎక్కువవుతుంది. ముందుకు ఒక వేళ పడిపోతున్నా కనీసం చేతులు అడ్డం పెట్టి తప్పించుకోవచ్చు. వెనక్కు పడేటప్పుడు ఇది కూడా వీలుకాదు.

దూకేటప్పుడు ముందుకు పడడమే సంచితనమని తేలింది. అయితే ఇందుకు కారణం ఇనర్షియా కాదు. మనమే. ఈ సూత్రం పడుతున్న వ్యక్తి చేతిలోని వస్తువులకు మాత్రం వర్తించదు. పరుగెత్తుతున్న కారులోంచి ఒకసీసాను వెనక్కుపడేసినప్పటికన్నా, ముందుకు పడేసినప్పుడే భూమికి కొట్టుకుని పగిలే అవకాశం ఎక్కువగా ఉంటుంది. కాబట్టి మీరు కొన్ని వస్తువులతో సహా కారులోంచి దూకవలసివస్తే, వస్తువులను వెనక్కు పడేసిమీరు మాత్రం ముందుకు దూకండి. అలవాటుకొద్దీ కారుల్లోంచి, బస్సులలోంచి దూకే, కండక్టర్లు, టికెట్ ఇన్స్పెక్టర్స్

మొదలయిన వారు, కారు వెళ్ళేవేపు ముఖంచేసి అడుగుమాత్రం వెనక్కు వేస్తూ దూకుతారు. దీనితో వారికి రెండంతల సౌకర్యం కలుగుతుంది. ఇనర్షియా వల్ల శరీరం పొందిన వేగం తగ్గుతుంది. వెల్లకిలా పడిపోకుండా నిలదొక్కుకోవడం కూడా వీలవుతుంది.

తుపాకీ గుండును పట్టుకోవడం :

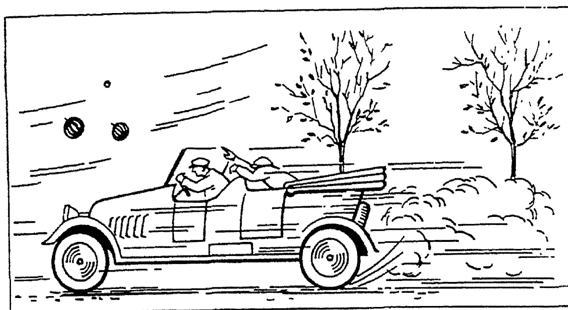
మొదటి ప్రపంచ యుద్ధం కాలంలో ఒక విచిత్రమయిన సంఘటన జరిగింది. ఒక ఫ్రెంచి పైలట్ రెండు కిలోమీటర్ల ఎత్తున విమానం నడుపుతుండగా అతనికి ముఖం ముందు ఈగలాంటి దేదో ఎగురుతున్నట్లనిపించింది. అతను దాన్ని చటుక్కున చేత్తో పట్టుకున్నాడు. తీరా చూస్తే ఆశ్చర్యం! అతను పట్టుకున్నది జర్మనీ వారి తుపాకీ గుండు! ఉట్టి చేతులతోనే ఫిరంగి గుండ్లను పట్టుకున్నానని గప్పాలు కొట్టిన బారన్ మున్ష్ హౌజెన్ కథ లాగ లేదూ ఈ సంఘటన. అయితే ఈ యుద్ధం సంఘటనలో గప్పాలకు తావే లేదు.

బులెట్ ముందుగా బయలుదేరిన సెకండుకు 800–900 మీటర్ల వేగంతోనే పూర్తికాలం దూసుకు పోలేదు. గాలి ఎదురు తాకిడితో, ప్రయాణం చివరికాలానికి గుండు వేగం కేవలం సెకండుకు 40 మీటర్లకు పడిపోతుంది. ఈ వేగం విమానాలు ఎగిరే వేగానికి సమానం, అంటే బులెట్, విమానం రెండూ ఒకే వేగంలో ముందుకు సాగడాన్ని మనం సులభంగా ఊహించవచ్చు. అలాంటప్పుడు విమానంతో పోలిస్తే బులెట్ ఇంచు మించు దానితోబాటే స్థిరంగా, కదలిక లేనట్లే అనిపిస్తుంది. అప్పుడు దాన్ని పైలట్ సులభంగా పట్టుకోగలడు. బులెట్ గాలిలో దూసుకుపోతుంటే రాపిడికి బాగా వేడెక్కుతుంది. పైలట్ చేతికి తొడుగులుంటే దాన్ని మరింత సులభంగా పట్టుకోగలడు.

బాంబుగా పుచ్చకాయ:

కొన్ని పరిస్థితులలో తుపాకీ గుండు తన 'జోరు'ను కోల్పోతుందని గమనించాం. కానీ, నెమ్మదిగా విసరిన నిరపాయకరమయిన వస్తువులు కూడా వినాశకరమయిన ఫలితాల నిచ్చే పరిస్థితులు మరికొన్ని ఉన్నాయి. 1924 లో లెనిన్ గ్రాడ్, తిఫ్లిస్ ల మధ్యన మోటారు కార్ల పందెం జరిగినప్పుడు, కాకేషియన్ రైతులు పోటీదార్లను అభినందించే ఉద్దేశ్యంతో వారి కార్లకేసి సేపుపళ్ళు, పుచ్చకాయలు వగైరాలను రువ్వారు. ఈ నిరపాయకరమయిన బహుమతుల వల్ల కార్లలో పెద్దపెద్ద సొట్టలు పడ్డాయి. నడిపే వారికి కూడా బాగా దెబ్బలు తగిలాయి. విసిరిన పళ్ళ వేగానికి, దూసుకువస్తున్న కారువేగం కూడా తోడవడంతో, పుచ్చకాయలు బాంబు లంత బలం పుంజుకున్నాయి. గంటకు 120 కి.మీల వేగంతో పరుగెత్తే కారు మీదకు 4 కి.గ్రా పుచ్చకాయ వేస్తే, దానికి 10 గ్రాముల బులెట్ కు ఉన్నంత చలనశక్తి కలుగుతుంది. అయితే పుచ్చకాయ పట్టుమని పగిలి నీరవుతుంది గాబట్టి

అది తగిలితే బులెట్ తగిలినంత నష్టం మాత్రం జరగదు.



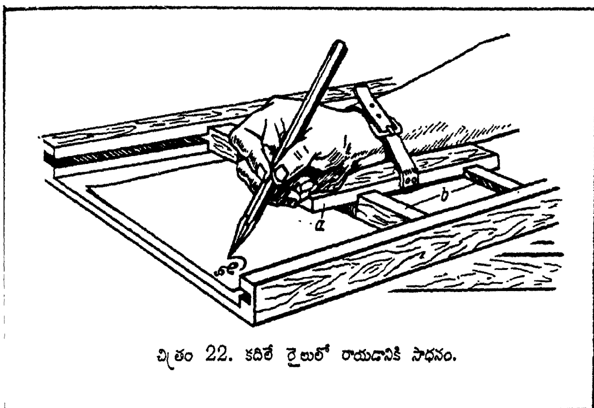
చిత్రం 21. వేగంగా కదిలే కారుపైన విసిరే పుచ్చకాయలు బాంబులంత ప్రమాదమైనవి.

గంటకు 3000 కి.మీలు ప్రయాణించే అతివేగం గల విమానాలు వచ్చినప్పుడు, వాటి పైలట్‌లకు కూడ ఇటువంటి పరిస్థితి ఎదురవుతుంది. సూపర్ ఫాస్ట్ విమానానికి ఎదురువచ్చే ప్రతి వస్తువు, దానితో ఢీకొంటుంది. మెషీన్ గన్ నుండి వెలువడినవయినా, కేవలం యాదృచ్ఛికంగా మరో విమానం నుండి జారిపడినవయినా బులెట్‌లు ఒకే ఫలితాన్ని చూపిస్తాయి. ఈరెంటి ప్రభావం మెషీన్‌గన్‌నుండి వచ్చిన బులెట్‌లకు సమంగానే ఉంటుంది. ఈ రెంటి సాపేక్ష వేగాలు ఒకేలా ఉంటాయి. విమానం, బులెట్ సెకండుకు 800 మీటర్ల వేగంతో ఒకదానికొకటి తగులుతాయి. అయితే మనం ఇంతకు ముందు గమనించినపుడు విమానం వెనుక నుండి, పేల్చిన బులెట్‌లు, విమానంతో సమమయిన వేగంతో దూసుకువచ్చినా నష్టం వుండదు.

ఒకే దిశగా ఒకే వేగంతో కదులుతున్న రెండు వస్తువులు ఒకదానికొకటి ఢీకొన్నా కొట్టుకొని పడిపోవు. ఈ అంశాన్ని దృష్టిలో ఉంచుకుని 1935లో బోర్‌షోవ్ అనే ఇంజన్ డ్రైవర్ రెండు రైళ్ళు ఢీకొనడాన్ని అపగలిగాడు. అతను దక్షిణ రష్యాలో యెల్నికోవ్, ఓల్గాంకాల మధ్యన రైలు నడుపుతున్నాడు. ముందుగా మరో రైలుబండి కూడా వెడుతున్నది. ముందరి రైలు డ్రైవరు ఎత్తుగడ్డను ఎక్కడానికి అవసరమయిన ఆవిరిని నింపలేకపోయాడు అతను ఇంజన్ నుండి 36 పెట్టెలను విడదీసి, వదిలేసి మిగతా పెట్టెలతో తరువాతి స్టేషనుకు చేరుకున్నాడు. వదిలేసిన పెట్టెల చక్రాలకు బ్రేక్‌లు వేసి ఉంచడం మరిచి పోయాడతను. పెట్టెలు నెమ్మదిగా వాలువెంట వెనకకు కదలడం ప్రారంభించాయి. అవి నెమ్మదిగా గంటకు 15కి.మీ.లవేగం పుంజుకున్నాయి. పెట్టెలు వెనక వచ్చే రైలుబండికి గుద్దుకోవడం తప్పదనిపించింది. బోర్‌షోవ్ తన తెలివిని ఉపయోగించి, ఏం

చేయవలసిందీ క్షణాలమీద నిర్ణయించుకున్నాడు. తన రైలును ఆపేశాడు. దాన్ని నెమ్మదిగా వెనక్కు నడపడం ప్రారంభించాడు. తనుకూడా 15 కి.మీ. వేగాన్ని చేరుకున్నాడు. ముందునుంచి జారివచ్చే 36 పెట్టెలు ఎటువంటి విధ్వంసం లేకుండా బోర్‌షోవ్ ఇంజన్‌కు తగిలి ఆగిపోయాయి.

కదిలే రైల్లో కుదుపులు లేకుండా రాసుకునేందుకు తయారుచేసిన పరికరంలో కూడా ఈ సూత్రాలనే వాడుకుంటారు. పట్టాల అతుకులవల్ల రైలు అదేపనిగా కదుపుతుంది. అందువల్ల రైల్లో సాఫీగా రాసుకోవడం వీలు కాదని మీకు తెలుసు. కుదుపులు కాగితానికి, కలానికి సమంగా తగలవు. ఈ రెండింటికీ కుదుపులు ఒకేలా తగిలేటట్లు చూస్తే సమస్య ఉండదు.



చిత్రం 22. కదిలే రైలులో రాయడానికి సాధనం.

చిత్రం 22లో ఉన్న ఇటువంటి పరికరం ఒకదాన్ని చూడండి. కుడిచేతి మణికట్టును చిన్నబోర్డు a కు పట్టీతో కట్టి ఉంచుతారు. ఈ చిన్న బోర్డు b అనే మరో బోర్డు పైకి క్రిందకు కదులుతుంది. ఆ రెండవ బోర్డు టేబుల్ మీద పెట్టిన రైటింగ్ బోర్డు గాడిలో అటుఇటు కదులుతుంది. ఈ అమరికతో కుదుపు కాగితానికి, కలానికి ఒకే విధంగా తగులుతుంది. రాసుకోవడానికి మంచి వెసులుబాటు కలుగుతుంది. ఇంట్లో బల్ల దగ్గర కూచుని రాసుకున్నట్లే రైల్లో కూడా రాసుకోవచ్చు. అయితే ఒక చిక్కు మాత్రం మిగులుతుంది. కుదుపులు రాసే చేతిని, తలను ఒకే విధంగా తగలవు. చెయ్యి స్థిరంగా ఉంటుంది గానీ తల కుదుపులకు కదులుతుంది. కాబట్టి రాస్తున్న అక్షరాలను చూడడంలో కుదుపుల ప్రభావం ఉంటుంది.

మన బరువు మనం చూచుకోవడం ఎలా?

బరువు తూచే యంత్రం మీద కదలకుండా నిలబడితేనే సరైన తూకం

తెలుస్తుంది. ముందుకు వంగిన మరుక్షణం బరువు తగ్గడం మొదలవుతుంది. ఎందుకలా? ముందుకు వంగినపుడు, అందుకోసం పనిచేసే కండరాలు శరీరంలో కింద భాగాన్ని పైకెత్తుతాయి. దానితో యంత్రం మీద పడే ఒత్తిడి తగ్గుతుంది. వంగడం మానేస్తే కండరాలు శరిరంలోని కింది భాగాలను, పైభాగాలను ఒకదాని నుండి మరోదాన్ని వేరుగా తోసివేస్తాయి. ఈ పరిస్థితిలో శరీరం కింది భాగం ఎక్కువ ఒత్తిడి కలగజేయడంతో యంత్రం మరింత బరువును చూపుతుంది.

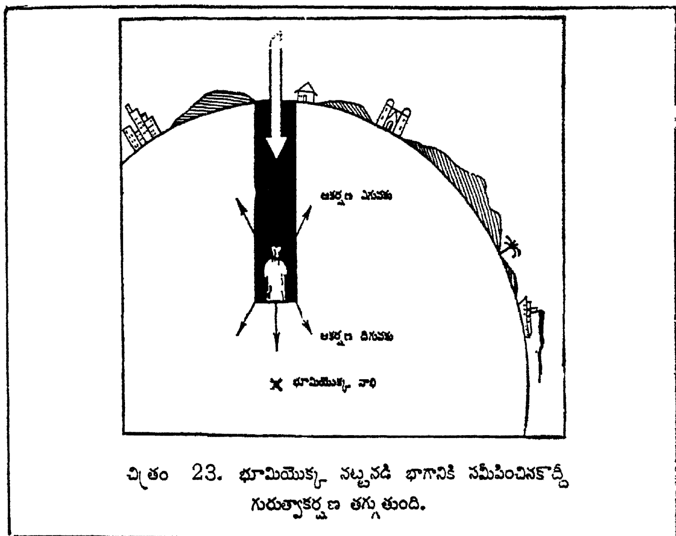
బరువు తూచే యంత్రం నిజంగా సున్నితమయిందయితే, కేవలం ఒక చెయ్యి పైకెత్తినా బరువులో భేదం కనబడుతుంది. కదలిక ముందుగానే శరీరం బరువును కొంచెం పెంచుతుంది. చేతులు పైకెత్తడానికి పనిచేసే కండరాలు భుజాన్ని ఆధారంగా చేసుకుంటాయి. కాబట్టి భుజంతో బాటు శరీరాన్ని కూడా కిందకు అదుముతాయి. యంత్రం మీద ఒత్తిడి ఎక్కువవుతుంది. చెయ్యి ఎత్తడం ఆపేస్తే మరో రకం కండరాలు పని మొదలుపెడతాయి. అవి భుజాన్ని పైకెత్తే ప్రయత్నం చేస్తాయి. దీంతో యంత్రం మీద శరీరపు ఒత్తిడి తగ్గుతుంది. చెయ్యి కిందకు దించేటప్పుడు బరువు మరింత తగ్గుతుంది. దింపడం ఆపితే తిరిగి పెరుగుతుంది. అంటే కండరాలను ఉపయోగించి, శరీరం బరువును, లేదా శరీరం బరువు తూచే యంత్రంపై కలగజేసే ఒత్తిడిని ఎక్కువ తక్కువ చేయవచ్చునన్న మాట!

వస్తువుల బరువు ఎక్కడ ఎక్కువ?

పైకి పోయినకొద్దీ భూమియొక్క ఆకర్షణ శక్తి తగ్గుతుంది. ఒక కిలోగ్రాము బరువును భూమి కేంద్రం నుండి 6,400 కి.మీ. (అంటే భూమి వ్యాసార్ధానికి రెండంతల ఎత్తుకు తీసుకుపోతే, ఆకర్షణశక్తి $2 \times 2 = 4$ వ వంతుకు తగ్గుతుంది. అక్కడ ఆ వస్తువు బరువు కేవలం 250 గ్రాములు మాత్రమే తూగుతుంది. గురుత్వాకర్షణ సిద్ధాంతం ప్రకారం, భూమి తన మొత్తం ద్రవ్యరాశి కేంద్రంలోనే ఏకీకృతమయి ఉన్నట్లుగా, ఇతర వస్తువులను ఆకర్షిస్తుంది. ఈ ఆకర్షణశక్తి కేంద్రం నుండి దూరం పెరిగిన కొద్దీ దాని వర్గం ప్రకారం తగ్గుతుంది. వ్యాసార్ధానికి రెండింతల దూరం ఎత్తుకు తీసుకపోయిన వస్తువు బరువు 4వ వంతుకు తగ్గింది. అదే బరువును (భూతలం నుండి) 12,800 కి.మీ.ల ఎత్తుకు తీసుకుపోతే, (అంటే వ్యాసార్ధానికి మూడు రెట్లు దూరం) ఆకర్షణశక్తి 3 వర్గం $3 \times 3 = 9$ వ వంతుకు తగ్గుతుంది. ఈ పరిస్థితిలో మన కిలోగ్రాము బరువు కేవలం 111 గ్రాములు మాత్రమే తూగుతుంది.

ఈ లెక్కన బరువును భూమి లోపలకు తీసుకుపోతే, ఆకర్షణశక్తి రాను రాను పెరిగి లోతుకు పోయినకొద్దీ బరువు పెరుగుతుందని అనిపిస్తుంది. కానీ, అలా అనుకుంటే మాత్రం తప్పే. వస్తువు యొక్క బరువు పెరగదు సరిగదా తగ్గుతుంది. ఆకర్షణశక్తి వస్తువుపై కేవలం ఒకదిశగా మాత్రమేకాక, అన్ని వైపుల నుండి పనిచేయడం వల్ల ఇలా జరుగుతుంది. బావిలో ఉంచిన ఒక బరువును చి[illegible] 23 లో చూడవచ్చు. ఆ బరువును ఆకర్షణ శక్తి ఒకవైపు కిందకు లాగుతు[illegible]

పై వైపులనుండి బలాలు పైకి లాగుతుంటాయి. భూమి కేంద్రం నుండి బరువు అడుగు భాగం వరకు గల దూరం వ్యాసార్థంగా గల భూగోళం యొక్క ఆకర్షణ మాత్రమే ముఖ్యమయిన ప్రభావాన్ని చూపుతుంది. ఈ రకంగా, భూమి లోతులోకి పోయినకొద్దీ వస్తువు బరువు తగ్గుతూ పోవాలి. భూమి కేంద్రం దగ్గర ఈ బరువు శూన్యం అవుతుంది. ఇక్కడ అన్ని వేపుల నుండి బలాలు ఒకే శక్తితో పనిచేయడమే ఇందుకుకారణం.



చిత్రం 23. భూమియొక్క నట్టనడి భాగానికి సమీపించినకొద్దీ గురుత్వాకర్షణ తగ్గుతుంది.

సారాంశంగా చెప్పాలంటే: ఒక వస్తువు బరువు భూమి ఉపరితలం మీద ఎక్కువగా ఉంటుంది. అది తలం నుండి పైకిపోయినా, భూమిలోపలికి పోయినా తగ్గుతుంది (భూమి సాంద్రత అంతటా ఒకే విధంగా ఉన్నప్పుడే ఇలా జరుగుతుంది) నిజానికి, కేంద్రం దగ్గరయిన కొద్దీ భూమి సాంద్రత పెరుగుతుంది. కాబట్టే భూమిలోకి పోయేటప్పుడు మొదట కొంత దూరం బరువు కొంచెంగా పెరుగుతుంది. ఆ తరువాత తగ్గనారంభిస్తుంది.

కిందపడుతున్న వస్తువు బరువెంత?

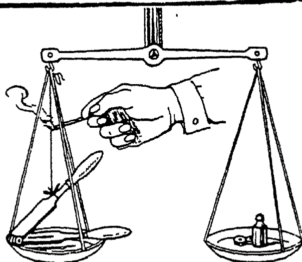
లిఫ్టులో కిందకు దిగడం మొదలు పెట్టగానే కలిగే విచిత్రమయిన అనుభవాన్ని మీరు గమనించారా? ఉన్నట్లుండి శరీరం తేలికనిపిస్తుంది. అంతులేని అగాధంలో పడుతుంటే కూడా అలాగే అనిపిస్తుంది. భార రహిత స్థితివల్ల ఈ విధంగా

అనిపిస్తుంది. మొట్టమొదట్లో లిఫ్టు అడుగు కిందకు దిగడం మొదలు పెడుతుంది. కానీ మన శరీరానికి మాత్రం ఆ వేగం చేకూరదు. కాబట్టి శరీరం లిఫ్టు అడుగునేల మీద ఎటువంటి ఒత్తిడినీ కలిగించలేదు. కాబట్టి బరువు ఉండదు. ఒక క్షణం తర్వాత ఈ వింత అనుభూతి మాయమవుతుంది. ఇప్పుడు శరీరం, క్రమంగా దిగే లిఫ్టుకన్నా వేగంగా కిందపడటానికి సిద్ధమవుతుంది. శరీరం ఒత్తిడి లిఫ్టు అడుగు మీద పడుతుంది. శరీరానికి తిరిగి బరువు వస్తుంది.

స్ప్రింగు త్రాసు కొక్కానికి ఒక బరువు తగిలించి, బరువుతో సహా త్రాసును ఒక్కుమ్మడిగా కిందకు వదులుతూ గమనించండి. కావాలంటే గాడిలో ఒక బెండును దూర్చి అదెలా కదులుతుందో గమనించండి. పాయింటర్ సరియయిన బరువును చూపజాలదు. బరువు చాలా తక్కువగా ఉంటుంది. త్రాసు స్వేచ్ఛగా కిందకు పడుతూ ఉండగా, మీరు దాని సూచికను గమనించగలిగితే బరువు శూన్యంగా ఉండడం మీరు చూడవచ్చు.

అన్నిటికంటే బరువయిన వస్తువుకూడా కిందపడుతుంటే పూర్తిగా బరువును కోల్పోతుంది. ఇందుకు కారణం చాలా సులువయినది. బరువంటే ఒక వస్తువు, తను వేలాడుతున్న వస్తువుపై కలుగజేసే లాగుడు శక్తి, లేదా తనకు ఆధారంగా ఉండే వస్తువుపై కలుగజేసే ఒత్తిడి మాత్రమే. పడుతున్న వస్తువు త్రాసుతో బాటే కదులుతుండటంవల్ల అందులోని స్ప్రింగుపై ఎటువంటి శక్తినీ చూపలేదు. పడుతున్న వస్తువు దేనినీ లాగలేదు, దేనిమీదా ఒత్తిడి వేయదు. అంటే క్రిందపడుతున్న వస్తువు బరువెంత? అని అడిగితే బరువులేని వస్తువు బరువు ఎంత అని అడిగినట్లే!

యాంత్రికశాస్త్ర సృష్టికర్త గెలీలియో 17వ శతాబ్దంలోనే తన "డయలాగ్ ఆఫ్ టూ న్యూసైన్సెస్" అనే గ్రంథంలో ఇలా రాశాడు: "మన వీపుమీద వస్తువును కిందపడకుండా ఆపినపుడు మాత్రమే దాని బరువు తెలుస్తుంది. బరువుతోబాటే ఘనం కూడా కిందపడుతుంటే, బరువు మనమీద ఒత్తిడి కలుగజేసెదెట్లా?, మనకు బరువనిపించేదెట్లా? మనకంటే మనతో సమమయిన వేగంతో పరుగెత్తే వాణ్ణి బల్లెంతో (విసరకుండానే – రచయిత) గాయపరచడానికి ప్రయత్నించినట్లుంటుంది అది!



చిత్రం 24. పతనమయే వస్తువు భారరహితమైనది.

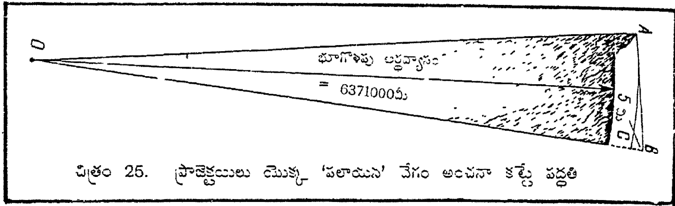
ఒక చిన్న సులువయిన ప్రయోగంతో ఈ విషయాన్ని రుజువు చేయవచ్చు. తక్కెడలోని ఒక పళ్ళెంలో అడకత్తెర నొకదాన్ని ఉంచండి. దాని ఒక కాలిని పళ్ళెంలో ఉంచి మరోకాలిని దారం సాయంతో పైకిలాగి దారాన్ని తక్కెడ పళ్ళెం కొక్కానికి కట్టండి. (చిత్రం 24) మరో పళ్ళెంలో బరువులు వేసి సమతూకం చేయండి. ఇప్పుడు దారాన్ని మండుతున్న పుల్లతో కాల్చండి. దారం మండి అడకత్తెర కాలు పళ్ళెంలోకి పడుతుంది. అప్పుడు ఆ పళ్ళెం బరువెక్కువయి కిందకు పోతుందా? పైకి లేస్తుందా? లేక ఉన్నచోటే స్థిరంగా ఉంటుందా? పడిపోతున్న వస్తువుకు బరువు ఉండదని మీకు ఇప్పుడు తెలుసుగాబట్టి మీరు సరియయిన సమాధానం ఇవ్వగలగాలి. పళ్ళెం బరువు తక్కువయి పైకి లేస్తుంది. అడకత్తెర కాలు స్థిరంగా ఉన్నప్పటికన్నా, పడేటప్పుడు పళ్ళెంపై తక్కువ ఒత్తిడి కలుగజేస్తుంది. ఒక క్షణం పాటు అడకత్తెర బరువు తగ్గుతుంది. కాబట్టి దాన్ని ఉంచిన త్రాసు పళ్ళెం పైకి కదులుతుంది.

భూమి నుంచి చంద్రుడికి:

1865 – 1870 సంవత్సరాల మధ్యలో ఫ్రాన్సులో జూల్స్ వెర్న్ రచించిన "భూమి నుంచి చంద్రుడికి" అనే పుస్తకం వెలువడింది. అందులో అతను మనుషులను ఒక జువ్వలో పెట్టి చంద్రుడి మీదికి పంపించే అద్భుత పథకాన్ని వర్ణించాడు. అతని వివరణ, ఇదంతా నిజంగానే సాధ్యమేమోననిపించేటట్లు ఉంటుంది. వివరాలేంటో చూద్దాం! *

ముందుగా ఒక విషయం, తుపాకీ నుండి ఒక గుండును పేల్చి, కనీసం సిద్ధాంత పరంగా నయినా – అది తిరిగి నేలను పడకుండా ఉంచడం సాధ్యమేనా చూద్దాం! సిద్ధాంత రీత్యా ఇది సాధ్యమే. ఇంతకు భూమికి సమాంతరంగా పేల్చిన తుపాకి గుండు ఎందుకు నేలమీద పడుతుంది? భూమి దాన్ని ఆకర్షిస్తుంది గాబట్టి దాని గమన మార్గం రానురాను భూమికి దగ్గరవుతుంది. రాను రాను ఆ మార్గం మరింత వంగి గుండు నేలను తాకుతుంది. భూమి ఉపరితలం కూడా వంపు తిరిగి ఉంది. అయితే తుపాకిగుండు గమన మార్గం మరింత వంపు తిరిగి ఉంది. గుండు మార్గం వంపు, భూమి ఉపరితలం వంపులాగే ఉండేట్లు చేస్తే, అది తిరిగి నేలమీద పడనే పడదు. భూమి చుట్టూ ఒకే ఎత్తులో, ఒక ఉపగ్రహంగా, చిన్ని చందమామగా తిరుగుతూ ఉంటుంది. అయితే గుండును అలాంటి మార్గంలో పెట్టడం ఎలా? మనం చేయవలసిందల్లా దానికి తగినంత ఆరంభ వేగం కలగజేయడమే. భూమిలో

* ఈ రోజు, స్పుట్నిక్, లునిక్ లాంటి ఉపగ్రహాలెన్నో వచ్చిన తర్వాత, వాటిని, అంతరిక్షంలోకి పంపడానికి, ఫిరంగులను జువ్వలను కాక, రాకెట్లను ఉపయోగిస్తారని తెలుసు. రాకెట్‌లోని చివరి ఇంజను కాలిపోయిన తర్వాత మాత్రం, ఉపగ్రహం తుపాకి గుండు సూత్రం ఆధారంగానే పయనిస్తుంది. పెరెల్మాన్ రాసిన సంగతులకు కాలదోషం పట్టిందనుకోనవసరం లేదు – సంపాదకుడు.



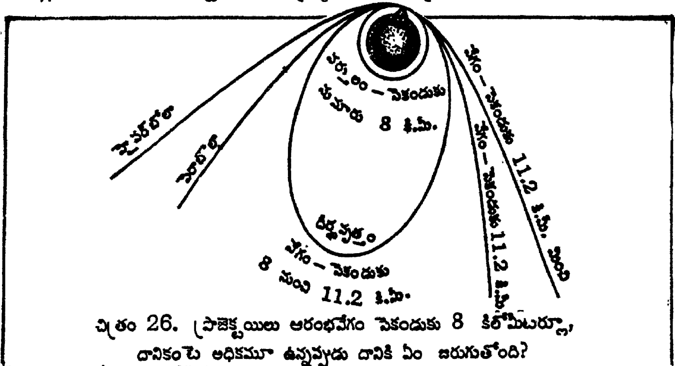
చిత్రం 25. ప్రాజెక్టయిలు యొక్క 'పలాయన' వేగం అంచనా కట్టే పద్ధతి

ఒక భాగపు నిలువుకోతను చిత్రం 25 లో చూడండి. పాయింట్ A వద్ద కొండ కొనమీద ఫిరంగి ఉంచబడింది. దానినుండి భూమికి సమాంతరంగా పేల్చిన గుండు ఒక సెకండు తర్వాత B కి చేరాలి. కానీ భూమికి ఆకర్షణ శక్తి లేనప్పుడు మాత్రమే అలా జరుగుతుంది. ఆకర్షణ శక్తి ఉంది గాబట్టి గుండు C కి, అంటే B కన్నా అయిదు మీటర్లు కిందకు చేరుతుంది. పడిపోతున్నవస్తువు (శూన్యంలో) ఏదయినా, తొలి సెకండులో భూమ్యాకర్షణ శక్తి వల్ల పడిపోయే ఎత్తు 5 మీటర్లు. ఒకవేళ అయిదు మీటర్లు పడిన తర్వాత, గుండు, భూమినుండి A దగ్గర పేల్చిన ఎత్తులోనే ఉంటే, అది భూమి ఉపరితలానికి సమాంతరమయిన గమనమార్గంలో పయనిస్తున్నట్లు లెక్క.

చేయవలసిందల్లా AB ల మధ్యదూరం, అంటే సెకండు కాలంలో గుండు పయనించే దూరాన్ని కనుగొనడమే. మనకు కావలిసిన ఆరంభవేగం అదే! త్రిభుజం AOB లో OA అనే భుజం భూమియొక్క వ్యాసార్థం సుమారు (6,371,000 మీ.) OC=OA, BC = 5 మీటర్లు; కాబట్టి OB = 6,371,005 మీటర్లు. పైతాగరస్ సిద్ధాంతం ప్రకారం $(AB)^2 = (6,371,005)^2 - (6,371,000)^2$

అంటే AB విలువ యించు మించు 8 కి.మీలు.

మరే ఇతర ఆకర్షణ లేనప్పుడు, క్షితిజ సమాంతరంగా సెకండుకు 8 కి.మీల వేగంతో పేల్చిన ఫిరంగి గుండు తిరిగి భూమి మీద పడనే పడదు. అది అదే మార్గంలో భూమి చుట్టు ఏక కేంద్రవృత్తంలో ఉపగ్రహంగా తిరుగుతూ ఉంటుంది.



చిత్రం 26. ప్రాజెక్టయిలు ఆరంభవేగం సెకండుకు 8 కిలోమీటర్లూ, దానికంటె అధికమూ ఉన్నప్పుడు దానికి ఏం జరుగుతోంది?

తుపాకి గుండును మరింత ఎక్కువ ఆరంభ వేగంతో పేల్చామనుకోండి. అది ఎక్కడికి పోతుంది? అంతరిక్ష పరిశోధకులు, 8, 9 లేక 10 కి.మీ.ల ఆరంభవేగంతో పేల్చిన గుండ్లు అండాకార వృత్తంలో తిరుగుతాయని కనుగొన్నారు. వేగం పెరిగిన కొద్దీ వృత్తం పొడుగు పెరుగుతుంది. వేగం సెకండుకు 11.2 కి.మీలు చేరితే, గుండు అండాకార వృత్తం నుండి చెదురుతుంది. మార్గాన్ని పేరాబోలా అంటారు. అందులో గుండు ఏనాటికీ తిరిగి భూమికి చేరదు అంటే సిద్ధాంత పరంగా ఫిరంగి గుండులో పయనించి చంద్రగ్రహాన్ని చేరడం సాధ్యమేనన్నమాట. అయితే దానికి తగినంత ఆరంభ వేగం ఉండాలి. ఈ వేగంతో చాలా రకాల చిక్కులు వస్తాయి. ఇంకా వివరాలు కావాలంటే ఈ పుస్తకం తరువాయి భాగంలో చూడమని మనవి. (ఈ వివరణలో తుపాకి గుండుకు వాతావరణం వల్ల కలిగే అవరోధాన్ని మనం లెక్కలోకి తీసుకోలేదు. నిజానికి ఇటువంటి వేగాలను సాధించడానికి ఈ అవరోధమే అడ్డు తగులుతుంది. వీలుకాకుండా చేస్తుంది.)

చంద్రుడి వద్దకు ప్రయాణం:

జూల్స్ వెర్న్ విధానం, అసలు నిజం. జూల్స్ వెర్న్ రాసిన 'భూమినుండి చంద్రుడికి' చదివిన వారెవరికయినా, అందులో జువ్వ, భూమి ఆకర్షణ హద్దునుండి చంద్రుని ఆకర్షణలోకి వెళ్ళే సంఘటన బాగా గుర్తుంటుంది. అక్కడ ఆశ్చర్యకరమయిన విషయాలు జరుగుతాయి. వాహనంలోని వస్తువులన్నీ బరువు లేనివయిపోతాయి. ప్రయాణికులు కూడా గాలిలో తేలియాడడం మొదలుపెడతారు.

ఇందులో ఏమాత్రం తప్పులేదు. జూల్స్ వెర్న్ గమనించని విషయం ఒకటే. అతను వర్ణించిన ఈ పరిస్థితి ఆ ఒకచోట మాత్రమే కాదు. అంతకు, ముందు, తర్వాత కూడా అలాగే జరగాలి. వాహనం. స్వతంత్రంగా కదలడం మొదలుపెట్టిన మరుక్షణం ఈ లక్షణాలు కనబడతాయి.

నమ్మడానికి వీలులేకుండా ఉంది కదూ? ఇంత సులభమయిన విషయాన్ని ఇంతకు ముందే ఎందుకు గమనించలేదని మీరు ఆశ్చర్యంలో పడతారని నాకు తెలుసు. మరో ఉదాహరణ కూడా చూద్దాం. అంతరిక్ష యాత్రికులు చచ్చిన కుక్కను బయటకు పడెయ్యడం, అది భూమి మీదకు పడిపోకుండా అంతరిక్ష వాహనంతోబాటే ప్రయాణం కొనసాగించడం మీకు గుర్తు ఉండే ఉంటుంది. జూల్స్ వెర్న్ ఈ విషయాన్ని సరిగానే వర్ణించాడు. విశదీకరించాడు. శూన్యంలో అన్ని వస్తువులు ఒకే వేగంతో పడిపోతాయి. గురుత్వాకర్షణ వల్ల అన్ని వస్తువులకు ఒకే రకమయిన త్వరణం కలుగుతుంది. అంటే ఈ రకమయిన త్వరణం వాహనానికి, కుక్కకు ఒకే విధంగా వచ్చి ఉంటుంది. లేదా గురుత్వాకర్షణ వల్ల వాటి ప్రారంభ వేగాలు, ఒకే విధంగా తగ్గి ఉంటాయి. ఫలితంగా రెండూ ఒకే వేగంతో కదులుతూ ఉంటాయి. అందుకే బయటపడేసిన తర్వాత కూడా చచ్చిన

కుక్క వాహనంతోబాటే కదలడం వీలయింది.

జూల్స్ వెర్న్ చేసిన తప్పు ఒకటి ఉంది: చచ్చిన కుక్కను బయట పడేసిన తర్వాత, అది తిరిగి భూమి మీద పడలేదు. అయితే మరి వాహనం లోపల మాత్రం అది కిందకు ఎలా పడింది? రెండు పరిస్థితులలలోను ఒకే రకమయిన బలాలు పనిచేస్తున్నాయి. రెండింటి వేగం ఒకే విధంగా ఉంది గాబట్టి వాహనంలో కూడా, శూన్యంలో నిలబడిన కుక్క వాహనంతో బాటే మధ్యనే కదులుతూ ఉండాలి. వాహనంతో పోల్చి చూస్తే అది విరామంగా ఉన్నట్లే! కుక్కకు ఎదురయిన పరిస్థితులు, ఇతర ప్రయాణికులకు, వస్తువులకు కూడా ఏర్పడాలి. వారు, వాహనం అన్నీ గమన మార్గంలో ఒకే వేగంతో ప్రయాణం కొనసాగిస్తున్నారు. వారికి కూచోవడానికి, పడుకోవడానికి ఏదీ లేకున్నా కింద మాత్రం పడకూడదు. కుర్చీని ఒక దాన్ని ఎత్తి తలకిందులు చేసి పై కప్పుకు అనించగలగాలి. అది కిందపడకూడదు. పై కప్పుతోబాటు అది సమాన వేగంతో పయనిస్తుంది. ఒకరు ఆ కుర్చీలో తలకిందులుగా కూచున్నా కింద పడకూడదు. కిందపడవేయడానికి అక్కడ ఏముంది? అతను పడినా లేక తేలుతూ కిందకు వచ్చినా వాహనం వేగం కన్నా అతని వేగం తక్కువనే కదా అర్థం. అలా కాకుంటే కుర్చీ పడదు, ఎగరదు. ఈవిషయాన్ని జూల్స్ వెర్న్ గమనించలేక పోయాడు. వాహనంలోని అన్ని వస్తువులు, ఆకర్షణ శక్తికి గురయి, అంతరిక్షంలో కూడా నేలమీద పడి ఉంటాయనుకున్నాడు. ఆకర్షణ శక్తి వలన అపాదించబడిన వేగంతో వస్తువు, దాని ఆధారం రెండూ అంతరిక్షంలో ఒకే వేగంతో కదులుతున్నప్పుడు, అవి ఒకదాని మీద ఒకటి ఒత్తిడి చూపలేవనే విషయాన్ని అతడు మరచిపోయాడు. (తోపుడు, వాతావరణ అవరోధం మొదలయిన విషయాలను ఇక్కడ గమనించలేదు)

కాబట్టి వాహనం తన చలనం వల్ల కలిగిన వేగంతో, తనంతతాను కదలడం మొదలుకాగానే, అందులోని ప్రయాణికులంతా భారరహిత స్థితిలోకి వచ్చారు. లోపలే అన్ని ఇతర వస్తువులలాగే తేలియాడసాగారు. ఈ ఒక్క విషయం వల్లే ప్రయాణికులకు, తాము అంతరిక్షంలో ఉన్నామా? లేక ఇంకా ఫిరంగిలోనే ఉన్నామా? తెలిసిపోతుంది. అయితే జూల్స్ వెర్న్ మాత్రం ఫిరంగి గుండు వాహనాన్ని పేల్చిన తొలి అరగంటలో మాత్రం, ప్రయాణికులకు ఎంత ప్రయత్నించినా, తాము కదులుతున్నదీ లేనిదీ తెలియలేదంటాడు.

"నికాల్, మనం కదులుతున్నామా?"

నికాల్, బార్బికేన్ ఒకరివేపు ఒకరు చూచుకున్నారు. వారింకా వాహనం గురించి ఆలోచిస్తున్నట్లు లేదు.

"ఏం, మనం నిజంగా కదులుతున్నామా?" మైకేల్ ఆర్డాన్ అదేప్రశ్న మరోసారి వేశాడు.

" లేక నిశ్చింతగా ఫ్లోరిడా గడ్డమీదే విశ్రాంతి తీసుకుంటున్నామా?" అడిగాడు నికాల్.

"లేక మెక్సికో అఖాతంలో అడుగున ఉన్నామా?" ఆర్డాన్ జోడించాడు.

ఈ అనుమానాలు ఒక పడవ ప్రయాణికునికి రావలసినవి. అంతరిక్ష యాత్రికులకు రావలసినవి మాత్రం కావు. అంతరిక్షంలోని వారు భారరహిత స్థితిని గమనించకుండా ఉండలేరు.

జూల్స్ వెర్న్ జువ్వ వాహనం నిజంగా విచిత్రమైనదయి ఉండాలి. అదొక వింత ప్రపంచం. అందులో వస్తువులకు బరువు లేదు. అవి తేలుతూ ఎక్కడివి అక్కడే ఉండిపోతాయి. వస్తువులను ఎక్కడ ఉంచినా సమతాస్థితికి చేరుకుంటాయి. ఒంపిన సీసాలోనుండి నీరు కింద పడదు. ఊహలకు వింతరూపాలనివ్వ గల ఈ అందమయిన ఆలోచన జూల్స్ వెర్న్‌కు కలగకుండా పోవడం చాలా ఆశ్చర్యం.*

తప్పుడు తక్కెడతో కూడా సరయిన తూకం వేయవచ్చు.

సరయిన బరువు తూచడానికి, సరయిన తక్కెడ ముఖ్యమా, లేక సరయిన బరువు రాళ్ళా? రెండూ ముఖ్యమేనని మాత్రం అనుకోకండి. సరయిన బరువులు ఉంటే తప్పుడు తక్కెడలో కూడా సరయిన తూకం చూచుకోవచ్చు. ఇందుకు చాలా పద్ధతులున్నాయి. వాటిలో రెంటిని చూద్దాం.

వీటిలో ఒక దాన్ని ప్రఖ్యాత రష్యన్ రసాయన శాస్త్రవేత్త ద్మిత్రీమెండలీవ్ సూచించాడు. చేతికందిన ఏ వస్తువునయినా సరే తక్కెడలోని ఒక పళ్ళెంలో ఉంచడంతో తూకం పద్ధతి మొదలవుతుంది. అయితే మనం తూచదలచిన వస్తువుకన్నా అది ఎక్కువ బరువయినదయి ఉండాలి. అప్పుడు ఇంకో పళ్ళెంలో బరువులు వేసి సమతూకం చేయాలి. తూకం వేయదలుచుకున్న వస్తువును, బరువులున్న పళ్ళెంలో వేయాలి. బరువులను ఒక్కొక్కటే తొలగిస్తూ తక్కెడను తిరిగి సమతూకం చేయాలి. తక్కెడలోనుంచి తీసివేసిన బరువులన్నీ కలిపితే, తూచవలసిన వస్తువు బరువు వస్తుంది. దీన్ని 'స్థిరభార పద్ధతి' అంటారు. చాలా వస్తువులను ఒక దాని వెంట ఒకటి తూకం వేయవలసి వచ్చినప్పుడు ఇది బాగా ఉపకరిస్తుంది. అన్నింటి తూకం వేయడానికి మొదలు వేసిన వస్తువు బరువే పనికి వస్తుంది.

మరొక పద్ధతిని బోర్డా అనే శాస్త్రవేత్త ప్రతిపాదించాడు. అందుకే దాన్ని 'బోర్డా పద్ధతి" అంటారు. అది ఈ విధంగా ఉంటుంది. బరువు తూచదలుచుకున్న వస్తువును త్రాసుపళ్ళెంలో ఉంచాలి. రెండవ పళ్ళెంలో సమతూకం అయ్యేదాకే ఇసుకగానీ, మరేదయినా గానీ వేయాలి. ఇప్పుడు తూకం వేస్తున్న వస్తువును త్రాసులోంచి తీసివేయాలి. మరో పళ్ళెంలోని ఇసుకను మాత్రం ముట్టుకోగూడదు.

---

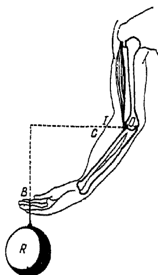
* రష్యన్, అమెరికన్, ఇతర దేశాల వ్యోమగాములు చెప్పిన దాన్నిబట్టి భారరహిత స్థితిలో జీవితం, పని గురించి మనకు తెలుసు. అంతరిక్షం నుండి తీసిన సినిమాలు, టీవి షోలలో ఈ విషయాలను మీరు స్వయంగా చూచివుంటారు.

ఆ ఇసుకకు సమతూకం అయ్యేదాకా ఖాళీ పళ్ళెంలో బరువులను ఉంచాలి. ఈ బరువులన్నీ కలిసి వస్తువు బరువును తెలియజేస్తాయి. ఈ పద్ధతిని 'మార్పిడి తూకం' అని కూడా అంటారు.

ఈ పద్ధతిని ఒకే పళ్ళెం ఉండే స్ప్రింగ్ త్రాసుతో కూడా వాడవచ్చును. బరువులు మాత్రం సరయినవి ఉండాలి. ఇక్కడ ఇసుక అవసరంలేదు. వస్తువును ముందు తూకం వేసి సూచికను గమనించాలి. అప్పుడు వస్తువును తీసి వేసి సూచిక అదే చోటికి వచ్చేదాక బరువులను వేయాలి. వస్తువు స్థానంలో వేసిన బరువులు ఎన్ని ఉంటే, వస్తువు బరువు అంత ఉందని అర్థం.

అనుకున్న దాని కన్నా ఎక్కువ బలం.

ఒక చేతితో మీరు ఎంత బరువును పైకెత్తగలరు? పది కిలోగ్రాములనుకుందాం. అంటే మీచేతికి గల శక్తి మొత్తం ఇంతేనా? కానే కాదు. చేతి కండరాలు అంతకన్నా ఎంతోశక్తి గలవి. ఈ కండరం ఎలా పనిచేస్తుందో 24వ చిత్రంలో చూడవచ్చు. తులాదండంగా పనిచేసే ముంజేతి ఎముక ఆధారానికి అతి దగ్గరలోనే ఇది అతుకబడి ఉంటుంది ఈ తులాదండం ఇంకో చివరన బరువు ఉంటుంది. బరువుకు, ఆధారానికి (అంటే వేలుకు) గల మధ్యదూరం, కండరం చివరకు ఆధారానికి గల మధ్యదూరం కంటే సుమారు ఎనిమిది రెట్లు ఎక్కువ. అంటే మీరు పది కిలోగ్రాముల బరువు ఎత్తినప్పుడు ద్విశిరస్క కండరం ఎనిమిది రెట్లు ఎక్కువ శక్తిని వినియోగిస్తున్నదని అర్థం. అంటే అది 80 కిలోగ్రాముల బరువు ఎత్తగలదన్నమాట.



చిత్రం 27. ముంజేయి C తులాదండంగా పని చేస్తుంది. I వద్ద శక్తి ప్రయోగిత మవుతుంది. 'O' అనే ఆధారం మీద, R అనే బరువు B నుంచి పైకి ఎత్తబడుతుంది. IO తో పోల్చితే B 'O' ఉజ్జాయింపున 8 రెట్లు ఎక్కువ. (యీ చిత్రం 17 శతాబ్దికి చెందిన ఫ్లోరెన్స్ పండితుడు బోరెల్లి, రచించిన ప్రాచీన గ్రంథంలోది. శరీర శాస్త్ర ధర్మాలకు మెకానిక్సు సూత్రాలు అన్వయింపజేసిన మొదటివాడు బోరెల్లి.)

ప్రతిమనిషి తాను అనుకునేదాని కన్నా ఎక్కువ బలంగల వారేనని అంటే ఆశ్చర్యం లేదు. మరోలా చెప్పాలంటే ఈ కండరాలు మనం చేస్తున్న పనికన్నా ఎన్నోరెట్లు ఎక్కువ బలం గలవని అర్థం. మరి కండరాలు అలా ఉండడం వల్ల ప్రయోజనమేమిటి? ఏమీ లేదని మీ కనిపించవచ్చు. ఈ బలమంతా నిష్ప్రయోజనం అవుతున్నట్లే ననిపిస్తుంది. అయితే 'మెకానిక్స్' లోని ఒక విలువైన సూత్రాన్ని గుర్తు చేసుకోవాలి. శక్తిలోని నష్టం మొత్తం చలనం ద్వారా లాభిస్తుంది. అంటే వేగంలో లాభం చేకూరుతుంది. మనచేయి కండరాలు కదలేదానికి 8రెట్లు వేగంగా కదులుతుంది. జంతువులలోని కండరాలన్నీ అవయవాలకు సులువయిన కదలికలు ఏర్పడే విధంగా అమర్చబడి ఉన్నాయి. బతికి బయటపడాలంటే బలంకన్నా కదలిక ఎక్కువ ముఖ్యం. లేకుంటే మనం కూడా నత్తలాగే కదిలేవాళ్ళం!

సూదిగా ఉండే వస్తువులు ఎందుకు కుచ్చుకుంటాయి?

సూది వస్తువులలోకి అంత సులభంగా ఎందుకు దిగుతుందో ఆలోచించారా? గుడ్డలోకి గాని, అట్టముక్కలోకిగాని వాడి సూది సులభంగా దిగుతుంది. అందులోకి ఒక మొద్దుగా ఉండే మేకును దిగగొట్టాలంటే కష్టం. రెంటిమీద ఒకేరకం శక్తి ఉపయోగించినా భేదం ఉంటుంది. ఎందుకంటే బలం ఒకటే అయినా రెంటిలో ఒత్తిడి మాత్రం వేరువేరుగా ఉంటుంది. ఉపయోగించిన శక్తి మొత్తం సూదిలోనయితే దాని వాడి మొనలో కేంద్రీకృతమవుతుంది. మేకులో అదే శక్తి దాని మొద్దు చివరనగల ప్రదేశమంతా వ్యాపిస్తుంది. వాడే శక్తి ఒకటే అయినా సూదిలో అది ఒకేచోట ఎక్కువ ఒత్తిడి కలుగజేస్తుంది.

ఇరవై పళ్ళ మరనాగలి, అదే బరువు గల అరవై పళ్ళ మరనాగలి కన్నా ఎక్కువ లోతు చాళ్ళను వేయగలుగుతుంది ఎందుకని? తక్కువ పళ్ళుంటే ఒక్కొక్క పంటి మీద ఒత్తిడి, ఎక్కువ పళ్ళున్న నాగలిలో కన్నా, ఎక్కువగా ఉంటుంది గాబట్టి.

మనం ఒత్తిడి గురించి చర్చిస్తున్నప్పుడు, కేవలం శక్తి గురించి మాత్రమే గాక, ఆ శక్తి ఎంత విస్తీర్ణం పై ప్రయోగింపబడుతున్నదో కూడా గమనించాలి. ఒక కార్మికునికి వంద రూబుల్స్ జీతం అని చెబితే అది ఎక్కువో, తక్కువో చెప్పడం వీలుకాదు. ఈ జీతం ఒక ఏడాదికా, ఒకనెలకా తెలిస్తే విషయం అర్థమవుతుంది. అలాగే శక్తి విషయంలో కూడా, అది పనిచేసేది చదరపు సెంటీమీటరు మీదనా లేక చదరపు మిల్లీమీటరులో వందవ భాగం మీదనా తెలిస్తే ఒత్తిడి ప్రభావాన్ని ఊహించవచ్చు.

అప్పుడే కురిసిన మంచుమీద మామూలుగా నడిస్తే అందులో దిగబడతాము. అదే 'స్కీ' ల సహాయంతో నయితే సులభంగా నడిచి పోవచ్చు. స్కీల మీదనయితే శరీరం బరువు ఎక్కువ విస్తీర్ణంలోకి విస్తరింపబడుతుంది. స్కీ అడుగు పాదం వైశాల్యం కన్నా 20 రెట్లు ఎక్కువగా ఉందనుకుందాం. అప్పుడు స్కీలతో మనం మంచు మీద కలుగజేసే ఒత్తిడి మామూలుగా నడిస్తే కలిగే ఒత్తిడిలో 20వ

వంతు మాత్రమే ఉంటుంది. అందుకే స్కీలతో జారినా దిగబడడం ఉండదు.

అందుకే బురదనేలల్లో నడిచే గుర్రాలకు వెడల్పయిన నాడాలు వేస్తారు. అప్పుడవి బురదపై కలిగించే ఒత్తిడి మామూలు కన్నా తక్కువవుతుంది. ఊబిగుంట లేదా ఫలుచని మంచుపొర మీద నడవ వలసి నప్పుడు కూడా ఇలాంటి జాగ్రత్తలే తీసుకుంటారు. అటువంటి చోట్ల నడవడం కన్నా పడుకుని పాకడం సులభం.

యుద్ధం ట్యాంకులు, కాటర్ పిల్లర్ ట్రాక్టర్‌లు ఎంత బరువున్నా, వదులు నేలల్లో కూడా దిగబడవు. వాటి బరువు ఎక్కువ ప్రదేశానికి విస్తరించి వుండటమే ఇందుకు కారణం. ఎనిమిది టన్నుల బరువు గల ట్రాక్టరు ప్రతి చదరపు సెంటీమీటరు మీద కేవలం 600 గ్రాములు ఒత్తిడిని మాత్రమే కలిగిస్తుంది. రెండు టన్నుల బరువుండి కూడా చదరపు సెంటీమీటరు మీద కేవలం 160 గ్రాముల ఒత్తిడిని మాత్రమే కలుగజేసే ట్రాక్టర్లు ఉన్నాయి. అందుకే అవి బురదనేలలు, ఇసుక ప్రాంతాలపై సులభంగా నడవగలుగుతాయి. ఇక్కడ వెడల్పాటి ఆధారం లాభదాయకం. సూది విషయంలో ఈ పరిస్థితి తిరగబడుతుంది.

ఇదంతా చూచిన తర్వాత, వాడి అంచుగల వస్తువులలో శక్తి పని చేసే జాగా తక్కువ గాబట్టి అవి సులభంగా దిగబడతాయని తెలుస్తుంది. అందుకే వాడికత్తి, మొండి కత్తి కన్నా బాగా కోస్తుంది.

సారాంశం : వాడి వస్తువులలో ఒత్తిడి చాలా తక్కువ ప్రాంతంలో కేంద్రీకృతమవుతుంది గాబట్టి అవి కుచ్చుకోవడం, కొయ్యడం సులభం.

రాతితో మెత్తని పరుపు :

రెండూ కర్రతో చేసినవే అయినా, స్టూలు మీదకన్నా కుర్చీలో కూచోవడం సుఖంగా ఉంటుంది. మంచాలకు అల్లిన నులక మెత్తగా ఉండదు. అయినా వాటి మీద పడుకోవడం మాత్రం సులభంగా ఉంటుంది. ఎందుకు?

ఎందుకో మీరు ఊహించే ఉంటారు. స్టూలు చెక్క బల్లపరుపుగా ఉంటుంది. కూచుంటే మీ బరువంతా ఆ కొద్ది ప్రాంతం మీదే ఒత్తిడి కలుగజేస్తుంది. కుర్చీలు సాధారణంగా కాస్త గుంటగా ఉంటాయి. అంటే కుర్చీలో ఒత్తిడి పడే జాగా ఎక్కువవుతుంది. కాబట్టి ఒత్తిడి తక్కువవుతుంది.

ఇందులో కిటుకంతా బరువును ఎక్కువ ప్రాంతం మీద సమంగా పడేట్లు చూడటమే. మెత్తని పరుపు మీద పడుకుంటే మన శరీరపు నిర్మాణాన్ని బట్టి పరుపులో గుంటలు- ఏర్పడతాయి. ఒత్తిడి విభజింపబడి ప్రతి చదరపు సెంటీ మీటరు మీద కొన్ని గ్రాములు మాత్రమే పడుతుంది. అందుకే పరుపు సుఖంగా ఉంటుంది.

వయస్కులైన వ్యక్తుల శరీర ఉపరితలం 2 చదరపు మీటర్లు అంటే 20,000 చదరపు సెంటీమీటర్లుంటుంది. పడుకున్నప్పుడు ఇందులో పావు భాగం 5,000 చ.సెం.మీలు పరుపుకు తగలుతుంది. ఆ వ్యక్తి బరువు 60 కిలోలనుకుంటే, ప్రతి

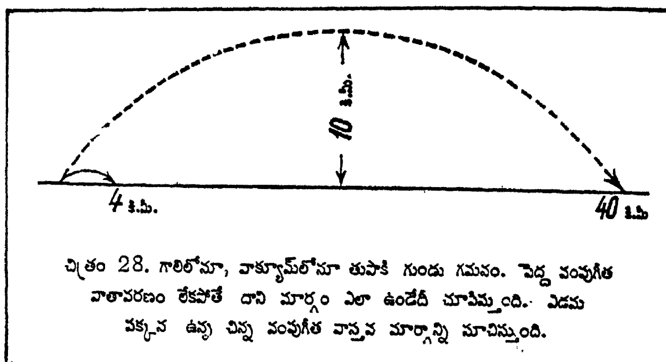
చ.సెం.మీ మీద 12 గ్రాముల బరువు పడుతుంది. అదే నేల మీద పడుకుంటే నేలకు తగిలేది 100 సెం.మీలే. చాలా తక్కువ శరీర భాగాలు మాత్రమే నేలకు తగులుతాయి. అంటే ప్రతి చ.సెం.మీ మీద అర కిలో బరువు ఒత్తిడి పడుతుందన్నమాట. ఎంత భేదం. అందుకే సుఖంలో కూడా వెంటనే భేదం తెలుస్తుంది.

అన్నిటికంటే కఠినమయిన పడక మీదయినా, శరీరం బరువు ఎక్కువ ప్రాంతానికి విస్తరించ గలిగితే, బూరుగు దూది పరుపంత మెత్తగా ఉంటుంది. రేగడి మట్టి మెత్తగా ఉన్నప్పుడు దాని మీద మీరు పడుకుని మీ శరీరం ఆకారం అచ్చుపడేలా చేయండి. అది ఆరిన తరువాత ఆ అచ్చులో పడుకుంటే దూది పరుపంత మెత్తగా ఉంటుంది. (మట్టి ఆరేటప్పుడు 10% దాకా కుంచించు కుంటుంది. ఆ సంగతిని మనమిక్కడ లెక్కపెట్టుకోవడం లేదు) రాయిలాంటి ఆ మట్టి మీద పడుకున్నప్పటికీ, మీ శరీరం బరువు ఎక్కువ ప్రాంతంలో విస్తరించడం వల్ల, అది మెత్తగానే అనిపిస్తుంది.

వాతావరణ అవరోధం

తుపాకి గుండు - గాలి :

ఎగిరే తుపాకి గుండుకు గాలి అవరోధం కలుగజేస్తుందని అందరికీ తెలుసు. అయితే యీ అవరోధం ఎంత ఉంటుందని చాలా మందికి తెలియదు. మృదువుగా తగులుతూ ఉండే గాలి– మనకు సాధారణంగా ఉన్నదన్న సంగతే తెలియకుండా వీస్తుంది. గాబట్టి, ఇది తుపాకి తూటాకు పెద్ద అడ్డంకిగా ఉండదని చాలా మంది అనుకుంటారు. బులెట్‌కు గాలి చాలా తీవ్రమయిన అవరోధం కలుగజేస్తుందని చిత్రం 28ని పరిశీలనగా చూస్తే తెలుస్తుంది. వాతావరణంలో గాలి లేకుండా



చిత్రం 28. గాలిలోనూ, వాక్యూమ్‌లోనూ తుపాకి గుండు గమనం. పెద్ద వంపుగీత వాతావరణం లేకపోతే దాని మార్గం ఎలా ఉండేదీ చూపిస్తుంది. ఎడమ పక్కన ఉన్న చిన్న వంపుగీత వాస్తవ మార్గాన్ని సూచిస్తుంది.

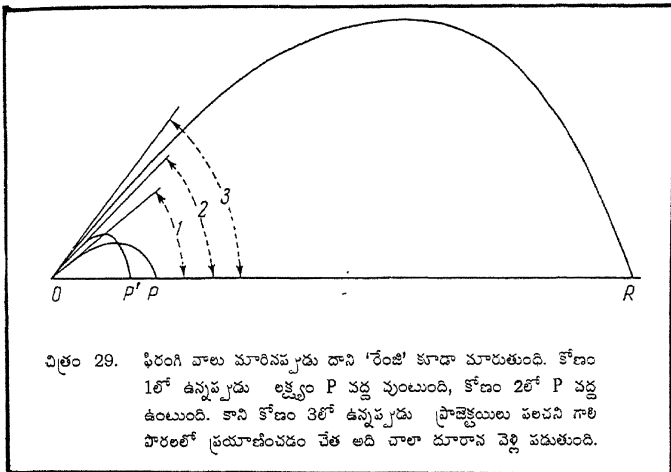
ఉన్నట్లయితే బులెట్ పెద్ద వంపు చూపిన మార్గంలో దూసుకుపోతుంది 45° డిగ్రీల వంపులో ఉంచిన రైఫిల్ నుండి బులెట్ బయలుదేరి, సెకండుకు 620 మీ.ల ప్రారంభవేగంతో ప్రయాణం ప్రారంభించి, 10 కి. మీ.ల ఎత్తుకు సాగి వంపు తిరిగి సుమారు 40 కి.మీ.ల దూరంలో పడిపోతుంది. కానీ వాస్తవ పరిస్థితులలో బులెట్ నాలుగు కిలోమీటర్ల దూరం మాత్రమే పోతుంది. ఆ దూరాన్ని చూపే చిన్న వంపు చిత్రంలో గుర్తించడం కూడా వీలుకానంత చిన్నదిగా ఉంది. గాలి ప్రభావం అంతగా ఉంటుంది.

బిగ్ బెర్తా :

1918లో తొలి ప్రపంచ యుద్ధం చివరి కాలంలో ఫ్రాన్స్, బ్రిటన్, వారి విమానాలు జర్మనీవారి విమానదాడులను కొనసాగనీయలేదు. అపుడు వారు 100కి.మీల దూరం నుండి తుపాకీలను పేల్చి దాడులను కొనసాగించే పద్ధతులను

తొలిసారిగా ప్రవేశపెట్టారు.

ఈ రకంగా తుపాకులను పేల్చే పద్ధతిని జర్మనీ వారు అనుకోకుండా కనుగొన్నారు. దానితో 110 కి.మీ.ల దూరంలో నున్న ఫ్రెంచి రాజధానిపై దాడులు ప్రారంభించారు. ఫిరంగుల గొట్టాలను పైకెత్తి పెద్ద కోణంలో పేల్చడం వల్ల గుండ్లు 20 కి.మీల బదులు 40 కి.మీ దాకా దూసుకుపోతాయని వారికి అప్రయత్నంగా, తెలియవచ్చింది. ఫిరంగిని బాగా పైకెత్తి పేల్చితే

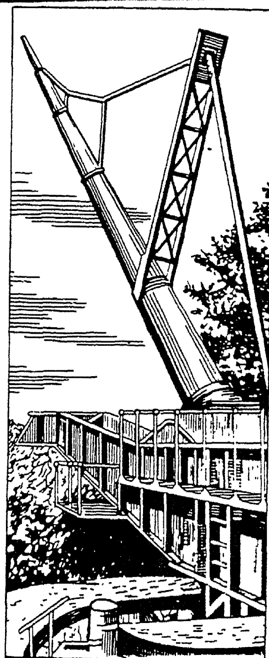


చిత్రం 29. ఫిరంగి వాలు మారినప్పుడు దాని 'రేంజి' కూడా మారుతుంది. కోణం 1లో ఉన్నప్పుడు లక్ష్యం P వద్ద వుంటుంది, కోణం 2లో P వద్ద ఉంటుంది. కాని కోణం 3లో ఉన్నప్పుడు ప్రొజెక్టయిలు పలచని గాలి పొరలలో ప్రయాణించడం చేత అది చాలా దూరాన వెళ్లి పడుతుంది.

గుండు ప్రారంభ వేగం ఎక్కువగా ఉన్నట్లయితే, అది చాలా ఎత్తుకు ఎగురుతుంది. అక్కడ వాతావరణం పలుచగా ఉంటుంది. గనుక, అవరోధం తక్కువ. అక్కడ గుండు చాలా దూరం ముందుకు దూసుకుపోయి, ఒక్కుమ్మడిగా కిందకు పడుతుంది. తుపాకి గొట్టం కోణాలను బట్టి గుండు ప్రయాణించే మార్గంలో కలిగే తేడాలను చిత్రం 29లో చూడవచ్చును. ఈ సూత్రాలన్నీ ఆధారంగా చేసుకుని జర్మన్ వారు ఫ్రెంచి రాజధానిపై దాడులు కొనసాగించారు. ఇందుకోసం

వారు – బిగ్ బెర్తా – అనే ఫిరంగిని తయారు చేశారు. 1918 వేసవిలో ఇది మొత్తం 300 సార్లు పారిస్ పై కాల్పులు జరిపింది.

బిగ్ బెర్తా యొక్క ఉక్కు గొట్టం 34 మీ. పొడవు, ఒక మీటరు మందం ఉండేదని తరువాత తెలియవచ్చింది. గొట్టం గోడలు 40 సెం.మీ. మందం ఉండేవి. ఫిరంగి మొత్తం బరువు 750 టన్నులు. ఇందులో నుండి పేల్చే గుండ్లు 120 కి.గ్రాల బరువుండి, మీటరు పొడవు, 21 సెం.మీ. మందం ఉండేవి. ప్రతి తూటా పేల్చడానికి 150 కి.గ్రాల మందు దట్టించవలసి వచ్చేది. దానితో 5,000



చిత్రం 30. బిగ్ బెర్తా

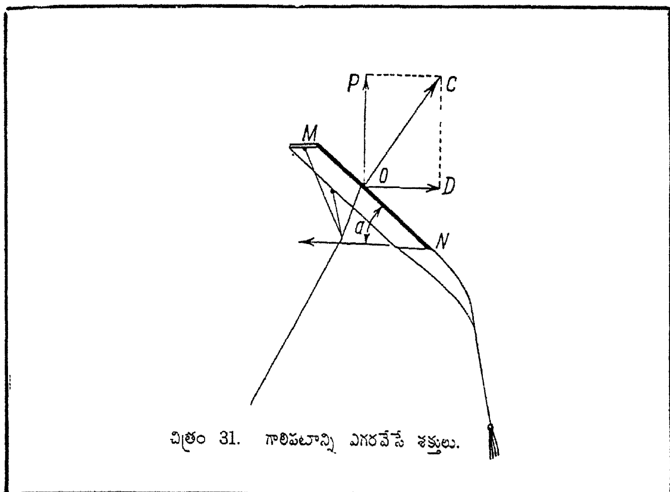
అట్మాస్ఫియర్ల ఒత్తిడి ఏర్పడి, సెకండుకు 2000 మీ.ల ఆరంభవేగంతో గుండు బయలుదేరేది. గొట్టం వాలు 52 డిగ్రీలు ఉండేది గాబట్టి, తూటా గుండు, పెద్ద వంపు ఆకారంలో దూసుకపోయి, భూమి నుండి 40 కి.మీల ఎత్తుకు చేరేది. తూటా గుండు, 115 కి.మీల దూరం ఉన్న పారిస్‌ను చేరడానికి $3\frac{1}{2}$ నిమిషాలు మాత్రమే పట్టేది. అందులో రెండు నిమిషాలు వాతావరణం పలుచగా ఉండే స్తారావరణంలో గడిచేది.

బిగ్ బెర్తా చరిత్రలోనే తొలి అతిదూరంలోని లక్ష్యాన్ని దెబ్బతీసే ఫిరంగి. తరువాత వచ్చిన ఈ రకం ఆయుధాలకు అదే నాంది పలికింది.

తుపాకీ గుండు, ఎంత ఎక్కువ ఆరంభవేగంతో బయలుదేరితే గాలి అవరోధం అంత ఎక్కువగా ఉంటుంది. ఇది వర్గాలలో పెరుగుతుంటుంది.

గాలిపడగ ఎందుకు ఎగురుతుంది?

దారాన్ని లాగితే గాలిపడగ పైకెగురుతుంది, ఎందుకో తెలుసా? ఇది తెలిస్తే విమానాలు, కొన్ని రకాల విత్తులు ఎందుకు ఎగురుతాయో కూడా తెలుస్తుంది. బూమెరాంగ్ విచిత్రంగా ఎగిరే తీరు గురించి కూడా తెలుస్తుంది. బులెట్‌ను, ఫిరంగి గుండును విపరీతంగా అడ్డుకున్న గాలి, ఇక్కడ వీటన్నిటికి మాత్రం ఎగరడానికి సాయం చేస్తుంది. -



చిత్రం 31. గాలిపటాన్ని ఎగరవేసే శక్తులు.

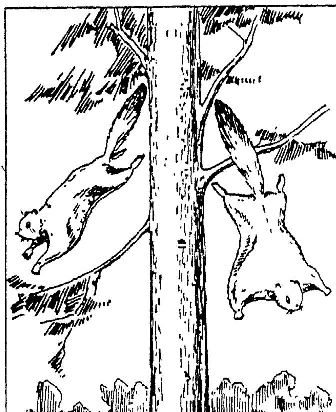
చిత్రం 31ని గమనిస్తే గాలిపడగ ఎగరడం గురించి తెలిసి పోతుంది. గాలి పడగ MN తలంలో ఉందనుకుందాం. దాన్ని వదిలేసి, దారం పట్టి లాగితే, తోక బరువు వల్ల, గాలిపటం నేలకు ఒక కోణంలో కదులుతుంది. గాలిపడగను కుడి నుండి ఎడమకు కదలనివ్వవచ్చు. a అనే స్థానం దాని ఏటవాలు తలాన్ని సూచిస్తుంది. ఇప్పుడు గాలిపడగ మీద పనిచేసే బలాల సంగతి చూద్దాం. గాలి దాని మీద కొంత ఒత్తిడి కలిగించి, కదలికకు అవరోధం కలిగించాలి. అది OC అనే దిశలో గాలిపడగను తోస్తుంది. గాలి ఎప్పుడూ తలానికి లంబకోణంలో తోస్తుంది గనుక MNకు OC లంబకోణంలో ఉంటుంది. ఈ బలం రెండు దిశలలో వస్తుంది. OC వెంట సమాంతర చతుర్భుజం నిర్మిస్తే బలాల తీరు తెలుస్తుంది. ఇందులో OD, OP అనే రెండు బలాలు కనబడతాయి. ఇందులో OD అనే బలం గాలిపటాన్ని వెనక్కు నెడుతుంది. అప్పుడు దాని ఆరంభవేగం తగ్గుతుంది. OP అనే బలం దాన్ని పైకి లాగుతుంది. ఫలితంగా దాని బరువు తగ్గుతుంది. ఈ బలం బాగా పెరిగితే ఒక స్థానంలో గాలి పడగ తన బరువును పూర్తిగా కోల్పోతుంది. అప్పుడది పైకి

ఎగుస్తుంది. అందుకే మనం దారాన్ని మన వేపు లాగితే గాలి పడగ పైకి లేస్తుంది.

విమానం కూడా గాలిపడగ వంటిదే. అయితే అది ముందుకు కదలడం మన-లాగడం వల్ల గాక, ప్రొపెల్లర్‌లు, జెట్ ఇంజన్లతో జరుగుతుంది. ఫలితంగా గాలిపడగ లాగే అదికూడా పైకి ఎగురుతుంది. ఈ రకంగా చెపితే విషయం సరిగా అర్థం కాకపోవచ్చు. విమానం ఎగరడానికి మరికొన్ని కారణాలున్నాయి. ఆ విషయాలు ఈ పుస్తకం తరువాయి భాగంలో వర్ణింపబడ్డాయి.

సజీవ గ్లైడర్స్ :

విమానం నిర్మాణం, చాలా మంది అనుకుంటున్నట్లు, పక్షులను పోలి ఉండదు. అది ఎగిరే ఉడుతలు ఎగిరే చేపలను పోలి ఉంటుంది. ఈ ప్రాణులు కూడా తమ శరీరాన్ని, అందులోని ప్రత్యేక నిర్మాణాలను, పైకెగరడానికి వాడవు. ఎక్కువ దూరాలకు దూకడానికి మాత్రమే అవి పనికి వస్తాయి. ఈరకం దూకడాన్ని 'గ్లైడింగ్' అంటారు. వీటి విషయంలో, గాలిపడగలో మనం చూచిన OP అనే బలం చాలా తక్కువ. అది ప్రాణుల బలాన్ని పూర్తిగా తగ్గించడానికి సరిపోదు. బరువు కొంతవరకు మాత్రమే తగ్గుతుంది. కాబట్టే జంతువులు ఎత్తులనుండి, చాలాదూరం వరకు దూక గలుగుతాయి. (చిత్రం 32) ఎగిరే ఉడుత ఒక



చిత్రం 32. ఎగిరే ఉడతలు 20 లేక 30 మీటర్ల దూరం దూకగలవు

చెట్టు చివరల నుండి 20–30 మీటర్లు గెంతి మరో చెట్టు కింది కొమ్మలను చేరగలుగుతుంది. భారతదేశం, శ్రీలంక ప్రాంతాలలో ఎగిరే ఉడుతలు మరింత

పెద్దగా ఉంటాయి. ఎగిరే ఉడుతను టాగ్వాన్ అంటారు. ఇది లెమూర్ కోతి జాతికి చెందినది. పెంపుడు పిల్లి ఆకారంలో ఉంటుంది. రెక్కలు చాచితే ఈ చివరనుండి ఆ చివరకు అరమీటరు పొడుగు ఉంటుంది. అంత బరువు ఉండి కూడా అది అందుకే 50 మీటర్ల దూరానికి దూకగలుగుతుంది. సుండా దీవులు, ఫిలిపైన్స్‌లో ఉండే ఫెలాంజెస్ 70 మీటర్ల దూరం దూకుతాయి.

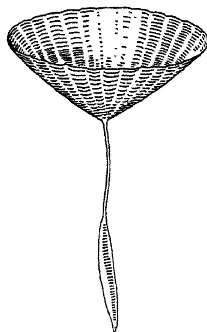
ఎగిరే విత్తనాలు :

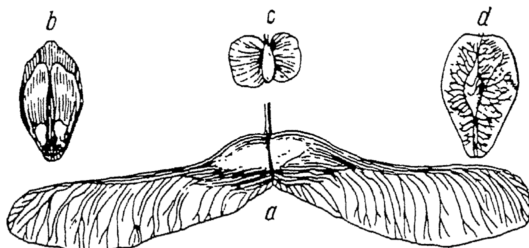
మొక్కలు బీజవ్యాప్తికోసం ఎగిరే విధానాన్ని వాడుకుంటాయి. డాండెలియన్ కాటన్ బాల్స్‌లో వలె కొన్ని విత్తనాలకు పారాచూట్ గుమ్మటాలు, లేదా విత్తుల మీద పిలకరూపంలో కేసరాలు ఉంటాయి. కోనిఫర్స్, మేపుల్, తెల్లబిర్చ్, ఎల్మ్, లిండెన్ లాంటి మరికొన్ని చెట్లలో విత్తనాలకు 'మేకగడ్డం' లాంటి అమరిక లేదా రెక్కలు ఉంటాయి..

కెర్నర్ ఫన్ మరితామ్ రాసిన 'వృక్షజీవనం' అనే పుస్తకంలో ఇలా వుంది. "గాలిలేని ఎండరోజుల్లో నిలువుగా ఎగిసే గాలి తరగల వల్ల, కొన్ని విత్తనాలు, పండ్లు పైకి ఎగురుతాయి. సాయంత్రానికి అవి ఏదో కొద్ది దూరం కదిలి మళ్ళీ కింద పడతాయి. ఈ విత్తనాలు ఎగరడం చాలా అవసరం. అంటే సుదూరాలకు ఎగిరి మేడలపై వాలాలని కాదు. అవి అక్కడకు ఎలాగూ పోలేవు. ఈమధ్యలో గనక గాలి వీస్తే విత్తనాలు చాలా దూరానికి వ్యాప్తి చెందగలవు.

కొన్ని మొక్కల విత్తనాల గుమ్మటాలు, రెక్కలు అవి ఎగురుతున్నంత సేపు మాత్రమే నిలచి ఉంటాయి. థిసిల్ విత్తనాలు దేనికో తగిలేదాకా నెమ్మదిగా కదులుతూనే ఉంటాయి. తగలగానే గుమ్మటం ఊడుతుంది, గింజ కిందపడుతుంది. అందుకే ఈ మొక్కలు గోడల పక్కన, కంచెల పక్కన అంతగా కనబడతాయి. అయితే కొన్నింటిలో మాత్రం గుమ్మటం విత్తనానికి శాశ్వతంగా అతికి ఉంటుంది.

చిత్రం 33. "మేక గడ్డం" కాయ





చిత్రం 34. ఎగిరే విత్తులు . (ఎ). మేపిల్ (బి). పైన్ (సి). ఎల్మ్ (డి) బర్చ్

33, 34 చిత్రాలలో కొన్ని ఎగిరే విత్తనాలను చూడవచ్చు. మనిషి తయారు చేసిన గ్లైడర్స్ కన్నా ఈ సహజ నిర్మాణాలు ఎన్నో రెట్లు మెరుగు. ఇవి తమకంటే ఎన్నోరెట్లు బరువుండే విత్తులను సులభంగా పైకెత్తుతాయి. స్థిరంగా నిలప గలుగుతాయి. ఇండియన్ జాస్మిన్ విత్తనం తిరగబడినా తిరిగి నెమ్మదిగా తన స్థానానికి చేరుకుంటుంది. అడ్డంకులకు తగిలినా వెంటనే కింద పడకుండా, నెమ్మదిగా కిందకు జారుతుంది.

పారాషూట్ సాయంతో దూకడం :

ఇవన్నీ చూస్తుంటే విమానం నుండి పారాషూట్ సాయంతో దూకేవారి సాహసం గుర్తుకు వస్తుంది. వారు కనీసం 10 కి.మీ.ల ఎత్తునుండి దూకుతారు. రాయిలాగా కొంత దూరం కిందకు పడ్డాకనే పారాషూట్‌ను విప్పుతారు. ఈ మధ్యకాలంలో వారు శూన్యంలో లాగా పడుతుంటారని కొందరు అనుకుంటారు. ఇదే ఒక వేళ నిజమయితే, ఈ ముందు దూకిన కాలం చాలా తక్కువవపుతుంది. భూమికి చేరినప్పటి వేగమే ఎక్కువగా ఉంటుంది.

అయితే, వాతావరణ అవరోధం వల్ల వీరు పడే వేగం అంతగా పెరగదు. పారాషూట్ లేకుండా దూకుతున్న తొలి పదిసెకండ్లలో మాత్రమే వీరు పడేవేగం పెరుగుతుంది. ఈలోగా వాతావరణ అవరోధం పెరుగుతుంది. ఈరెండూ ఒక స్థాయికి చేరేసరికి త్వరణం పూర్తిగా తగ్గిపోయి, వారు క్రమంగా ఒకే వేగంతో కిందకు జరుగుతుంటారు.

పారాషూట్ లేకుండా పడే పరిస్థితి గురించి మెకానిక్స్ దృష్ట్యా ఒక వివరణ! దూకుతున్న వ్యక్తి బరువును బట్టి తొలి 12 సెకండ్లు, లేదా తక్కువ కాలమే త్వరణం (వేగం పెరుగుదల) ఉంటుంది. ఈ వ్యవధిలో వ్యక్తి 400–450 మీటర్లు

కిందకు జారి సెకండుకు 50 మీటర్ల వేగానికి చేరుకుంటారు. ఆ తర్వాత **పారాషూట్** విప్పేదాకా అదే వేగంతో పడుతూ వుంటారు. వర్షపునీటి చుక్కలు కూడా ఇలాగే పడతాయి. అయితే వీటి వేగం పెరిగే కాలం ఒక సెకండు మాత్రమే అందుకే పారాషూటిస్టు దిగినంత వేగంగా నేలకు దిగవు. వాటి పరిమాణాన్ని బట్టి సెకండుకు రెండు నుండి ఏడు మీటర్ల చొప్పున జారుతూ అవి నేలను చేరుకుంటాయి.

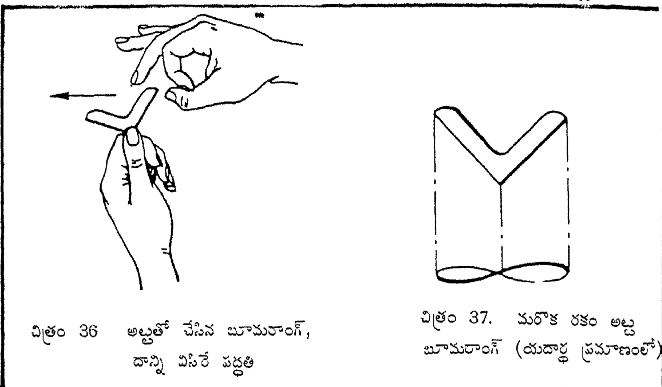
బూమెరాంగ్ :

ఆదిమానవుడు కనుగొన్న అత్యుత్తమ సాంకేతిక పరికరంగా, ఈ ఆయుధం చాలా కాలంపాటు శాస్త్రజ్ఞులను ఆశ్చర్యంలో ముంచెత్తింది. బూమెరాంగ్ మెలికలు తిరుగుతూ ఎగిరే తీరు ఎవరికీ అంతుపట్టదు. (చిత్రం 35) ఇప్పుడు మాత్రం ఈ విషయాన్ని అర్థం చేయించడానికి ఒక పెద్ద సిద్ధాంతం తయారయింది. అందుకే అది ఇప్పుడు ఎవరికీ ఆశ్చర్యం కలిగించడంలేదు. బూమెరాంగ్‌ను ప్రయోగించడం మూడు వేరు వేరు అంశాల కలయిక వల్ల వీలవుతుంది. అవి మొదటి విసిరే తీరు, బూమెరాంగ్ తిరిగే తీరు, వాతావరణం కలిగించే అవరోధం ఆస్ట్రేలియా ఆదివాసులకు ఈ మూడింటిని కలపడం ఎలాగో స్వతహాగా తెలుసు. బూమెరాంగ్ వంపును, దిశను అవసరానికి అనుగుణంగా మార్చి తగినంత మాత్రం బలంతో విసిరి ఫలితాలను పొందడం వారికి వెన్నతో పెట్టిన విద్య.



చిత్రం 35. బూమెరాంగ్ విసిరే ఆస్ట్రేలియను ఆదిమ నివాసి బూమెరాంగ్ లక్ష్యానికి తగలనప్పుడు దాని గమనం ఎలా ఉండేదీ చుక్కల గీత సూచిస్తుంది.

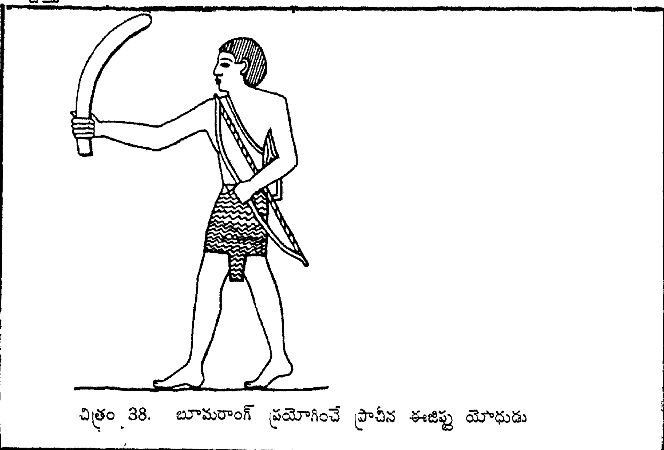
బూమెరాంగ్ విసరడాన్ని మీరుకూడా నేర్చుకోవచ్చు. చిత్రం 36 లో చూపినట్లు అట్టముక్కలోంచి ఒక ఆకారాన్ని కత్తిరించుకుంటే దాన్ని ఇంట్లోనే వాడి చూడవచ్చు. దాని ప్రతిభుజం సుమారు 5 సెం.మీ. పొడుగు, సెం.మీ కన్నా కొంచెం తక్కువ వెడల్పు ఉండాలి. దాన్ని బొటన వేలితో పట్టుకుని కొంచెం పైకి వంచి, ముందుకు కొట్టాలి. అది ఒక అయిదు మీటర్ల దూరం



చిత్రం 36 అట్టతో చేసిన బూమరాంగ్, దాన్ని విసిరే పద్ధతి

చిత్రం 37. మరొక రకం అట్ట బూమరాంగ్ (యదార్థ ప్రమాణంలో)

ఎగిరి, సుడితిరిగి, తిరిగి వచ్చి మీ కాళ్ళముందే పడుతుంది. (దారిలో దానికి ఇంకేవి తగలకుంటేనే!) ఇక 37 వ చిత్రాన్ని అనుసరిస్తే మరింత మంచి బూమెరాంగ్‌ను తయారు చేయవచ్చు. ఆ బొమ్మలో కింద చూపినట్లు దాన్ని కొంచెం వంచాలి. కొంచెం అనుభవం మీద దాన్ని గిరికీలు కొట్టించి, మలుపులు తిప్పడం మీకే వచ్చేస్తుంది.



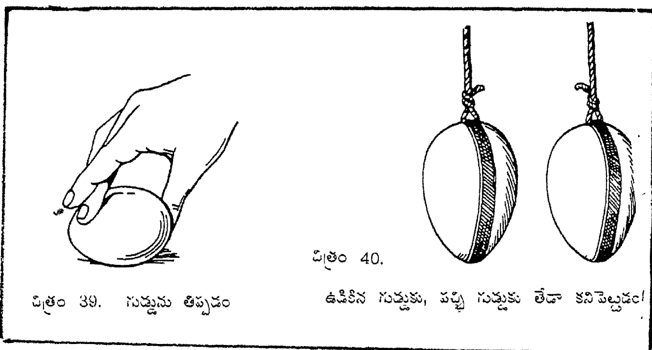
చిత్రం 38. బూమరాంగ్ ప్రయోగించే ప్రాచీన ఈజిప్టు యోధుడు

చివరగా ఒక విషయం. అందరూ అనుకుంటున్నట్లు ఈ బూమెరాంగ్ ఆస్ట్రేలియా ఆదివాసులు మాత్రమే ఎరిగినదేమీ కాదు. దీన్ని భారతదేశంలో వాడుకున్నారు. అస్సీరియన్ యోధులు దీన్ని వాడుకున్నట్లు కుడ్య చిత్రాల వల్ల తెలిసింది. ప్రాచీన ఈజిప్టు, నూబియా వారికి కూడా ఇది తెలుసు. ఆస్ట్రేలియా వారి బూమెరాంగ్ అందులోని వంపు వల్ల, గురితప్పితే, తిరిగి ప్రయోగించిన చోటికే వస్తుంది. అదే దాని ప్రత్యేకత.

భ్రమణం – "నిరంతరం" తిరిగే యంత్రాలు

ఉడికిన గుడ్డుకు పచ్చిగుడ్డుకు తేడా కనుగొనడం ఎలా?

గుడ్డును పగలగొట్టకుండానే, అది పచ్చిదయిందీ, లేదా ఉడికినదీ తెలుసుకోవడం ఎలా? దీనికి జవాబు మెకానిక్స్ నుండి వస్తుంది. బొంగరంలా తిప్పితే ఈ రెండు రకాల గుడ్లు రెండు రకాలుగా తిరుగుతాయి. గుడ్డునొకదాన్ని తీసుకొని సమతలంగా ఉండే బల్లమీద తిప్పండి (చిత్రం 39) ఉడికిన గుడ్డు, అందునా గట్టిగా ఉడికినదయితే, పచ్చిగుడ్డుకన్నా బాగా వేగంగా ఎక్కువ కాలం సేపు తిరుగుతుంది. నిజానికి పచ్చిగుడ్డును కష్టం మీద తిప్పగలం. ఉడికిన గుడ్డు మాత్రం ఎంతో వేగంగా తిరిగి, అలుక్కుపోయి తెల్లని వృత్తంగా కనబడుతుంది. మరీ వేగంగా తిప్పితే దాని సన్నని మొనవేపు లేచి నిలబడుతుంది కూడా.



చిత్రం 39. గుడ్డును తిప్పడం

చిత్రం 40. ఉడికిన గుడ్డుకు, పచ్చి గుడ్డుకు తేడా కనిపెట్టడం!

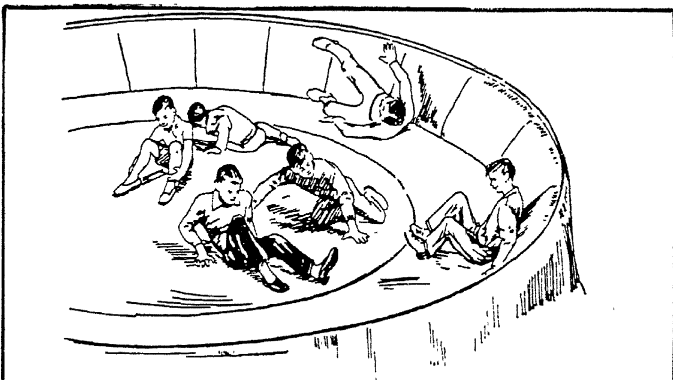
ఇందులోని కిటుకును వివరించి చెప్పాలంటే, ఉడికిన గుడ్డు మొత్తం ఒకటిగా తిరిగితే, పచ్చిగుడ్డు మాత్రం అలా తిరగలేకపోతుంది. పచ్చి గుడ్డులోని సొనకు వెంటనే తిరిగే కదలిక ఏర్పడక పోవడంతో అది పెంకు మీద బ్రేకులాగ పనిచేస్తుంది. దానిలోని జడత్వం గుడ్డును తిరగకుండా ఆపుతుంది. ఈ రెండు రకాల గుడ్లు తిరగడం ఆగేది కూడా వేరు వేరుగా ఉంటుంది. తిరుగుతున్న ఉడికిన గుడ్డును వేలితో తాకితే, అది వెంటనే ఆగిపోతుంది. అదే పచ్చిగుడ్డు వేలు తగిలించి తీసిన తర్వాత కూడా మళ్ళీ కొంచెం కదులుతుంది. ఇప్పుడు కూడా సొన యొక్క

జడత్వ శక్తియే కారణం. పెంకు ఆగినా లోపలి సొనమాత్రం ఇంకా తిరుగుతూనే ఉంటుంది. అదే ఉడికిన గుడ్డులో ఉండ, పెంకుతో బాటే ఆగుతుంది.

ఇలాంటిదే ఇంకొక పరీక్ష, పచ్చిగుడ్డు, ఉడికిన గుడ్లకు నిలువుగా రబ్బరు బ్యాండు తగిలించి ఒకే రకం దారంతో చిత్రం 40 లో చూపినట్లు వేలాడ తీయండి. రెండు దారాలను ఒకే రకంగా, మెలికలు వేసి వదిలేయండి. రెండు గుడ్ల మధ్యన వేగం వెంటనే కనబడుతుంది. ఉడికిన గుడ్డులోని జడత్వ లక్షణం వల్ల దారం ఒడి తగ్గిన తరువాత కూడా, గుడ్డు ఇంకా వ్యతిరేక దిశలో కొంతకాలం తిరుగుతుంది. దీనితో దారం వ్యతిరేక దిశలో దానంతటదే మెలిక పడుతుంది. ఇలా కొన్నిసార్లు మెలిపోవడం, తిరిగి వ్యతిరేకంగా మెలిపడిన తర్వాతనే గుడ్డు తిరగడం ఆగుతుంది. మరో ఒకటి , రెండు, సార్లు మాత్రమే తిరిగి, ఉడికిన గుడ్డుకన్నా చాలా ముందే తిరగడం మానేస్తుంది. పచ్చిగుడ్డులోని సొన పెంకును తిరగకుండా ఆపుతుంది.

తిరిగే బల్ల

గొడుగును విప్పి దాన్ని తలకిందులుగా భూమికి తగిలించి, హేండిల్ పట్టుకొని గిరగిరా తిప్పండి. దాన్ని చాలా వేగంగా తిప్పవచ్చు. అలా తిరుగుతున్నప్పుడు దానిలోకి చిన్నబంతిని లేదా కాగితాల ఉండను వేయండి. అది అందులో క్షణం కూడా నిలబడదు సరిగదా చివ్వున బయటకు పడుతుంది. ఇందుకు కారణం అపకేంద్రక బలాలని అందరూ అనుకుంటారు. కానీ నిజానికి ఇది జడత్వం వల్ల ఏర్పడిన లక్షణం. బంతి లేదా కాగితపు ఉండ గొడుగు వ్యాసార్ధం వెంట బయటకు రాదు. అది గొడుగు యొక్క వృత్తచలన మార్గానికి స్పర్శరేఖ వెంట బయటకు పడుతుంది.



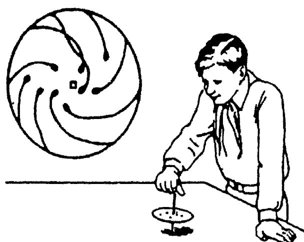
చిత్రం 41. రంగుల రాట్నం. అపకేంద్ర శక్తులు కుర్రవాళ్లను వెలుపలకి నెట్టి వేస్తాయి.

ఈ సిద్ధాంతాన్ని ఆధారంగా చేసుకొని, కొన్ని పార్కులలో ఒక రంగుల రాట్నం లాంటి తిరిగేబల్లను అమర్చుతారు. దీని మీద జడత్వ సూత్రాలన్నీ ఎవరికివారే పరీక్షించుకోవచ్చు. ఈ రంగుల రాట్నం మధ్యలో గుండ్రని తిరిగే బల్ల ఉంటుంది. దానిమీద మనుషులు కూచోవచ్చు లేదా నిలబడవచ్చు బల్ల అడుగున ఉన్న మోటారు సాయంతో బల్ల తిరగడం మొదలవుతుంది. వేగం పెరిగిన కొద్దీ మనుషుల జడత్వం పెరిగి అందరూ చక్రం అంచుకు జారసాగుతారు. మొదట్లో ఈ సంగతి అంతగా తెలియదు. అయితే గుండ్రని బల్ల కేంద్రంనుండి దూరం పోయిన కొద్దీ, వేగం, దానితోబాటు జడత్వం పెరుగుతుంది. ఎంత నిలదొక్కుకోవడానికి ప్రయత్నించినా జారి బల్ల అంచుకు చేరక తప్పదు.

భూమికూడా నిజానికి ఇలాగే తిరుగుతుంటుంది. అది మనలను బయటకు విసరివేయక పోవచ్చు, గానీ కనీసం మన బరువును తగ్గిస్తుంది. భూమి అతివేగంగా తిరిగే చోట, అంటే భూమధ్యరేఖ వద్ద, మనిషి బరువులో 300 ల వంతు తగ్గుతుంది. దీనితో బాటు, భూమి ఒత్తిడి తోడయి భూమధ్యరేఖ వద్ద మనిషి బరువులో 0.5 శాతం అంటే 1/200 వంతు తగ్గుతుంది. ఒక వయస్కుడు ధృవాల వద్దకన్నా, భూమధ్యరేఖ వద్ద 300 గ్రా.లు తక్కువ బరువు తూగుతాడు.

ఇంకుతో సుడిగాలులు :

42 మి.మీల చుట్టుకొలత ఉండేటట్లు, తెల్లని అట్టముక్కలోనుండి ఒక గుండ్రని బిళ్ళను కత్తిరించండి. ఒక చివర సూదిగా చెక్కిన అగ్గి పుల్లను దాని మధ్యలో గుచ్చి బొంగరాన్ని తయారుచేయండి. దీన్ని తిప్పడం కష్టం కాదు. చిన్న పిల్లలకు కూడా ఇది చేతనయేదే. అయినా దీనినుండి మనం కొన్ని సంగతులు నేర్చుకోవచ్చు. ఆ అట్టముక్క మీద ఇంకుచుక్కలను వేసి అవి ఆరే లోపల బొంగరాన్ని గిరగిరా తిప్పండి. ఆగిన తర్వాత సిరాచుక్కలు ఏమయిందీ గమనించండి. అవి సుడిగాలిలాగ సుడులు తిరిగి ఉంటాయి (చిత్రం 42)



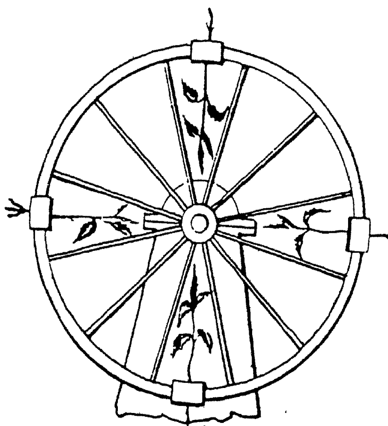
చిత్రం 42. తిరిగే బొంగరం మీద సిరా చారలు.

ఈ పోలిక అనుకోకుండా వచ్చినదేమీ కాదు. బొంగరం మీద సిరాచుక్క కదిలిన తీరులు ఈ సుడులు సూచిస్తాయి, తిరిగే బల్లమీద మనుషులు కూడా ఇదేవిధంగా తిరుగుతారు. అపకేంద్రక బలాలవల్ల సిరాచుక్క బయటకు కదులుతుంటే, ఒక చోట బొంగరం గుండ్రంగా తిరిగే వేగం, దీని వేగానికన్నా ఎక్కువయే పరిస్థితి వస్తుంది. చక్రం ఎక్కువ వేగంగా తిరగడంతో సిరాచుక్క వెనుకబడుతుంది. అందుకే గీతలు సుడులు తిరిగినట్లు వంగుతాయి.

వాతావరణ పీడనం ఎక్కువగా ఉన్నచోటి నుండి బయటకు వచ్చేగాలి అలలు కూడా ఇలాగే తిరుగుతాయి. అల్పపీడన ప్రదేశంలోపలికి వీచేగాలులు (తుఫానులు) కూడా ఇదే విధంగా ఉంటాయి. సిరా చుక్కలు ఈ భయంకర తుఫానులను మనకు చిన్నవిగా చూపుతున్నాయనవచ్చు.

మోసపోయిన మొక్క :

వేగంగా పరిభ్రమించడం వల్ల కలిగే అపకేంద్రక శక్తులు, గురుత్వాకర్షణకన్నా బలంగా ఉంటాయి. ఈ విషయాన్ని నైట్ అనే బ్రిటీష్ వృక్షశాస్త్రజ్ఞుడు వంద సంవత్సరాల క్రితమే నిరూపించాడు. మొక్కలు గురుత్వాకర్షణకు వ్యతిరేకంగా, అంటే పైవేపుకు పెరుగుతాయని అందరికీ తెలుసు. నైట్ మాత్రం వేగంగా తిరిగే ఒక చక్రపు వెలుపలి అంచుల్లో విత్తులు నాటితే అవి లోపలికి పెరిగాయి.

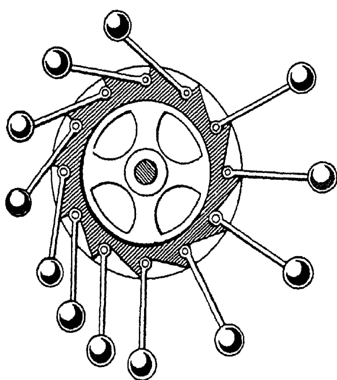


చిత్రం 43. తిరిగే చక్రం అంచున నాటిన విత్తనాలు మొలకెత్తి ఇరుసుకేసి పెరుగుతాయి; బయటికి వేరు తన్నుతాయి.

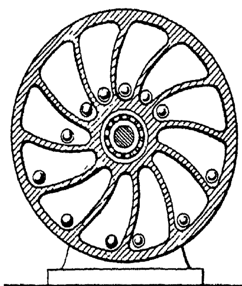
వాటి వేర్లు చక్రం బయటకు పెరిగాయి. గురుత్వాకర్షణకు బదులుగా అపకేంద్రక బలాలను సృష్టించి నైట్ ఆ మొక్కలను, మోసగించగలిగాడు. కృత్రిమంగా ఏర్పడిన ఆకర్షణ, సహజమయిన భూమ్యాకర్షణ కన్నా బలమయినదని తేలింది. అధునాతన గురుత్వాకర్షణ సిద్ధాంతం కూడా సూత్రప్రాయంగా కూడా, ఇందుకు వ్యతిరేకం కాదు.

నిరంతర చలన యంత్రాలు, (శాశ్వత చలన యంత్రాలు) :

నిరంతర చలనం గురించి చాలా మంది చాలా సార్లు చర్చిస్తుంటారు. కానీ దాని నిజమయిన అర్థమేమిటో చాలా మందికి తెలియదనే నా అభిప్రాయం, నిరంతర చలన యంత్రం కేవలం ఒక ఊహ మాత్రమే. ఈ యంత్రం అనవరతం కదులుతూ బరువులు ఎత్తడం, లాంటి పనులు కూడా చేస్తుందని నమ్మకం. ప్రాచీన కాలం నుండి ఇటువంటి యంత్రాలను నిర్మించే ప్రయత్నాలు జరిగినాయిగానీ, ఆ నిర్మాణం మాత్రం ఇప్పటివరకు జరగనేలేదు. ఈ వైఫల్యం వల్ల, నిరంతర చలన యంత్రాలను నిర్మించడం అసాధ్యమనే నమ్మకం బయలుదేరింది. దీనితోబాటే ఆధునిక విజ్ఞానంలో అతి ప్రాముఖ్యం గల శక్తి నిత్యతా సిద్ధాంతం బయలుదేరింది. క్రియ ఏదీ జరగకుండానే నిరంతరం జరుగుతూ ఉండే చలనాన్ని 'నిరంతర చలనం' అంటారు.



చిత్రం 44. మధ్యయుగం నాటి మాయ "శాశ్వతంగా" తిరిగే చక్రం.



చిత్రం 45. మాయ "శాశ్వత చలన" యంత్రం అరలలో గుళ్లు దొర్లుతాయి. com-

చిత్రం 44 లో అతి ప్రాచీనమయిన నిరంతర చలనయంత్రం నమూనా ఒకటి చూపబడింది. దీన్ని పనిచేయించాలని ఇప్పటికీ కొందరు పిచ్చివారు ప్రయత్నిస్తుంటారు. చక్రం అంచుకు కొన్ని కడ్డీలు అతికించి ఉన్నాయి. వాటి

వివరల బరువులున్నాయి. చక్రం ఏ పరిస్థితిలో ఉన్నా, దాని కుడివైపు బరువులు ఎడమవైపు బరువులకన్నా దూరంగా ఉంటాయి. అంటే కుడివైపు బరువు ఎక్కువగా ఉంటుంది. ఫలితంగా చక్రం తప్పకుండా తిరుగుతూనే ఉంటుంది. ఈ రకంగా చక్రం నిరంతరంగా, కనీసం ఇరుసు అరిగిపోయే దాకా తిరుగుతూనే ఉండాలి. అలాగని ఈ యంత్రాన్ని కనుగొన్న పెద్దమనిషి అనుకున్నాడు. మీరు మాత్రం ఇటువంటి యంత్రం తయారుచేయడానికి ప్రయత్నించకండి. అది తిరగదుగాక తిరగదు ఎందుకని?

కుడివేపు బరువులు కేంద్రానికి దూరంగా ఉన్నమాట వాస్తవమే కానీ, ఎక్కడో ఒక చోట అవి, సంఖ్యలో ఎడమ చేతివేపు బరువుల కన్నా తక్కువగా ఉండే పరిస్థితి వస్తుంది. చిత్రం 44 ను మరోసారి చూడండి. కుడివేపున నాలుగే బరువులుండగా, ఎడమవేపున ఎనిమిది ఉన్నాయి. అంటే యంత్రంలో సమతాస్థితి తప్పినట్లే గద! చక్రం తిరగనే తిరగదు. కాస్త అటుయిటు కదిలి నిశ్చలంగా నిలబడిపోతుంది.

శక్తి వనరులుగా నిరంతర చలనయంత్రాలను వాడుకోవడం అసాధ్యమని నిస్సందేహంగా రుజువయింది. అటువంటి ప్రయత్నమే వ్యర్థం. పూర్వం బంగారం తయారు చేయడానికి ప్రయత్నించిన పరుసవేదులు కూడా, తమ విద్యకన్నా ఈ యంత్రమే ఎక్కువ లాభదాయకంగా ఎంచి, దీన్ని గురించి బుర్ర బద్దలు కొట్టుకున్నారు. 19వ శతాబ్ది కాలపు ప్రఖ్యాత రష్యన్ కవి పుష్కిన్ తన షివాల్రస్ ఎపిసోడ్స్ (సాహస చర్యలు) అనే గ్రంథంలో ఇటువంటి ప్రయత్నం చేసిన బెర్ట్ హోల్డ్ గురించి కథగా చెప్పాడు.

"నిరంతర చలనం' అంటే ఏమిటి? మార్టిన్ ప్రశ్నించాడు.

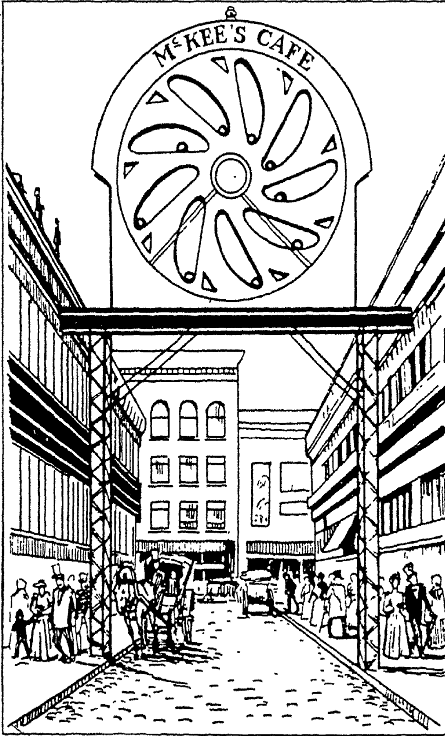
"నిరంతర చలనం అంటే ఆగిపోవడం అనే ప్రశ్న లేకుండా కలకాలం కదలడం. బెర్ట్ హోల్డ్ జవాబిచ్చాడు. "నిరంతర చలనాన్ని సాధించ గలిగే మానవుని సృజనాత్మక కృషికి అంతు ఉండదు. బంగారం తయారీ ఆశ్చర్యకరం, లాభదాయకం కావచ్చు గానీ, మార్టిన్! ఈ నిరంతర చలనం ----- ఆహా! ఎంత గొప్పగా ఉంటుందో!"

నిరంతర చలన యంత్రాలను వందల కొద్దీ కనుగొన్నారు. కానీ వాటిలో ఒక్కటి కూడా పనిచేయలేదు. ప్రతి పరిశోధకుడు, ఏదో ఒక అంశాన్ని వదిలేశాడు, ఫలితంగా 'బండి బోల్తాపడింది.'

చిత్రం 45లో మరో నిరంతర చలన యంత్రం డిజైనును చూడవచ్చు. ఈ చక్రం కుండకు అంచుకు మధ్య గదులున్నాయి. వాటిలో బరువయిన లోహపు గుళ్ళు కదులుతూ ఉంటాయి. చక్రం వెలుపలి అంచుకు దగ్గరగా ఉన్న గుళ్ళు తమ బరువు వల్ల చక్రాన్ని కదిలేలా చేస్తాయని అనుకున్నారు.

ఇది కూడా ఎప్పుడూ జరగనేరదు. చిత్రం 44లో గల కారణాలే దీనికి గూడా వర్తిస్తాయి. అయినా లాస్ ఏంజెల్స్ నగరంలో ఒక కాఫీ దుకాణం ప్రచారం కోసం ఇటువంటి భారీ యంత్రాన్ని ఒకదాన్ని నిర్మించారు. (చిత్రం46)

అయితే అది మోసం. కనబడకుండా ఏర్పాటు చేసిన యంత్రాల సాయంతో దాన్ని తిప్పుతూ ఉండేవారు. ప్రజలు మాత్రం గదులలో కదిలే గుళ్ల వల్లనే చక్రం కదులుతూ ఉందని అనుకున్నారు. ఇటువంటి మోసపు 'నిరంతర చలన యంత్రాలను' ప్రజలను ఆకర్షించడం కోసం, గడియారాలు తయారుచేసే వాళ్ళు దుకాణాల షోకేసుల్లో అలంకరించి ఉంచారు.



చిత్రం 46. లాస్-ఏంజిల్సు కఫే తాలూకు ప్రచారానికి నిర్మించిన మోసపు "శాశ్వత చలన" యంత్రం.

ఇటువంటి ప్రచార సాధనం ఒకటి నా విద్యార్థులను అతిగా ఆకర్షించింది. నిరంతర చలనం అసాధ్యమని నేను చెప్పినా వారు నమ్మలేదు. కళ్ళతో చూచినపుడే నమ్మకం కలుగుతుంది. తిరిగే లోహపు బంతులు చక్రాన్ని తిప్పడం చూచిన నా శిష్యులకు నానోటి మాటల మీద ఏ మాత్రం నమ్మకం కలగలేదు. ఆ యంత్రం

విద్యుత్తు సాయంతో తిరుగుచున్నదని నేను చెప్పినా వారు నమ్మలేదు. ఆదివారం నాడు విద్యుత్తు తీసేస్తారని నాకు గుర్తుకొచ్చింది. ఆ దుకాణానికి ఆదివారం నాడు వెళ్ళి చూడండని వారికి చెప్పాను.

"నిరంతర చలన యంత్రాన్ని చూచారా?" ఆ తర్వాత నేనడిగాను

వాళ్ళంతా తలలు వేలాడేసుకొని "లేదు" అన్నారు, "దానిపైన ఒక న్యూస్ పేపర్ కప్పి ఉంది" చెప్పారు వారు,

అప్పుడు వారికి శక్తి నిత్యతా సిద్ధాంతం మీద నమ్మకం కుదిరింది. ఆ నమ్మకం మరెప్పుడూ చెదరలేదు కూడా!

లోపం

రష్యాలో చాలా మంది స్థానిక పరిశోధకులు నిరంతర చలన యంత్రాలను తయారు చేయాలని ప్రయత్నించారు. వారిలో సైబేరియన్ రైతు అలెగ్జాండర్ షెగ్లోవ్ ఒకరు. 19వ శతాబ్దపు ప్రఖ్యాత రష్యన్ వ్యంగ్య రచయిత సాల్తికోవ్ షేద్రిన్ 'మాడర్న్ ఇడిల్' అనే తన రచనలో అతనిని ప్రెజెంతోవ్ అనే మారుపేరుతో వర్ణించాడు. ఆ పరిశోధకుని కావ్యశాలను సందర్శించిన ఘట్టాన్ని రచయిత ఇలా వర్ణించాడు.

"ప్రెజెంతోవ్ వయసు 35 సంవత్సరాలు. బక్కపలచని మనిషి. పాలిన ముఖం. అతని పెద్దకళ్ళు ఆలోచిస్తున్నట్లుంటాయి. పొడుగాటి జుట్టు భుజాల మీద పడుతుంటుంది. అతని కుటీరం చాలా పెద్దదే. అయినా అందులో సగభాగాన్ని ఒక పెద్ద చక్రం ఆక్రమించి ఉంది. మేము లోపలికి కష్టంగా దూరవలసి వచ్చింది. ఆ చక్రానికి పెద్ద పెద్ద ఆకులున్నాయి. దాని వెలుపలి అంచు పెద్ద చెక్కలతో పెట్టె లాగ అమర్చబడి ఉంది. లోపల ఖాళీగానే ఉంది. పరిశోధకుని రహస్య మెకానిజం అందులోనే దాగి ఉంది. అందులో పెద్ద మోసమేమీ లేదు. ఒక దానిని మరొకటి సమతూకం చేయడానికి, అందులో ఇసుక నింపిన సంచులున్నాయి. ఆకుల్లో అడ్డు పెట్టిన కర్ర ఒకటి చక్రాన్ని తిరగకుండా ఆపి ఉంచింది.

" మీరు నిరంతర చలన సిద్ధాంతాన్ని ఉపయోగిస్తున్నారని విన్నాము. నిజమేనా?' నేను మొదలు పెట్టాను.

"ఎలా చెప్పాలో నాకు నిజంగా తెలియడంలేదు. నేనలా చేశాననే అనుకుంటున్నాను." అతను కొంచెం కలవరంగా జవాబిచ్చాడు.

"మేం ఒకసారి చూడవచ్చా?"

"తప్పకుండా ! అది నా భాగ్యం"

అతను మమ్మల్ని చక్రం దగ్గరికి తీసుకు వెళ్ళాడు. చుట్టూ తిరిగి అవతలి వేపుకు వెళ్ళాము. రెండు వేపుల నుండి అది సిసలయిన చక్రమే.

"ఇది తిరుగుతుందా?"

"ఆ! తిరగాలి మరి. కానీ ఇది కాస్త మొండి రకం'!

"కర్రను అడ్డు తియ్యగలరా?"

ప్రెజెంతోవ్ కర్రను తొలగించాడు. చక్రం మాత్రం తిరగలేదు.

"ఇది మళ్ళీ మొండికేసింది. కాస్త తొయ్యాలి. ." అతనన్నాడు.

అతను అంచులను రెండు చేతులతో పట్టుకున్నాడు. దాన్ని అటు ఇటు కొన్నిసార్లు కదిలించాడు. బలమంతా ఉపయోగించి ఒక్కసారి దాన్ని తిప్పాడు. చక్రం సాఫీగా, త్వర త్వరగా కొన్ని చుట్లు తిరిగింది. అంచు లోపలి ఇసుక సంచులు, చెక్కలకు తగలడం, జారడం వినిపించింది. తర్వాత చక్రం తిరగడం కొంచెం నెమ్మదయింది. రాపిడి, కిరకిరలాడుతున్న చప్పుడు వినిపించాయి. చివరకు చక్రం తిరగడం ఆగిపోయింది.

"ఎక్కడోఒక లోపం ఉన్నట్లుంది". పరిశోధకుడు కలవరపాటుతో చెప్పాడు. అతను చక్రాన్ని మరోసారి చేతితో తిప్పాడు. కానీ ఫలితం మాత్రం మళ్ళీ అదే.

"మీరు రాపిడి గురించి మరిచి పోయినట్లున్నారు"

"లేదు లేదు! --- రాపిడి అంటారేమిటి? అది ఏ మాత్రం కారణం కాదు. రాపిడి ఒక సమస్యే కాదు. ఇది ఒక్కోసారి పని చేస్తుంది. ఒక్కోసారి మొండికేస్తుంది. అంతే! ఈ చక్రాన్ని అదీ ఇదీ కలిపి కాక అసలయిన పదార్థంతో తయారు చేసి ఉంటే...!"

చక్రంలో కలిగిన లోపం, కిటుకు కాదు, అసలు పదార్థం అంతకన్నా సమస్యకాదు. మూలసూత్రమే తప్పు. అది కేవలం పరిశోధకుడు తోయడం వల్ల మాత్రమే తిరిగింది. ఈ రకంగా బయటనుండి వచ్చిన శక్తి రాపిడి వల్ల తగ్గి పోగానే చక్రం ఆగి తీరాల్సిందే.

"ఆ గుళ్లే అంతా చేసేది" :

కరోనిన్ అనే కలం పేరు గల రచయిత (అసలు పేరు పెత్రోపాల్‌లోవ్‌స్కీ) 'నిరంతర చలన యంత్రం' అనే తన కథలో మరో పరిశోధకుని గురించి చెప్తాడు. అతని పేరు లవ్రెంతీ గోల్డిరేవ్. అతను పెర్మ్ గుబెర్నియా ప్రాంతపు రైతు. 1884లో మరణించాడు. కరోనిన్ అతని పేరును కథలో పీమ్తిన్‌గా మార్చాడు. అతని యంత్రాన్ని చాలా వివరంగా వర్ణించాడు.

"మా ముందొక పెద్ద విచిత్రమయిన యంత్రం ఉంది. తొలిసారి చూడగానే అది కమ్మరి వారు గుర్రపు నాడాలు వేయడానికి వాడే యంత్రంలా అనిపించింది. అందులో సరిగ్గా చదును చేయని కర్ర స్తంభాలు, దూలాలు, తిరిగే చక్రాలు, గేర్ చక్రాలు కనబడుతున్నాయి. యంత్రం మొరటుగా, వికారంగా చాలా గజిబిజిగా ఉంది. యంత్రం కింద నేల మీద కొన్ని ఇనుపగుళ్ళు పడి వున్నాయి. పక్కనే మరి కొన్ని గుళ్లు గుట్టగా పోసి ఉన్నాయి.

'ఇదేనా'? మేజర్ డోమో అడిగాడు.

'ఆc! ఇదే !'

'అయితే ఇది తిరుగుతుందా?'

'మరింకేం చేస్తుంది?'

'దీన్ని తిప్పడానికి మీదగ్గర గుర్రం గానీ ఉందా?'

'గుర్రమా? దేనికీ? అది దానంతటదే తిరుగుతుంది.' పీహ్టిన్ జవాబిచ్చాడు. ఆ రాక్షసి యంత్రం పనిని ప్రదర్శనకు పెట్టాడు.

పక్కనే కుప్పగా పోసి ఉన్న ఇనుపగుళ్లు ముఖ్య పాత్ర వహించాయి. "ఈ గుళ్లే అంతా చేసేది! చూడండి. గుండు మొట్టమొదలు ఈ గుంటలో గబుక్కున పడుతుంది. మెరుపులాగ ఆ గాడిగుండా ఎగురుతుంది. ఆ గరిటెలో పైకి లేచి తిరిగి వెనకకు పడుతుంది. చక్రాన్ని మళ్ళీ బలంగా తోస్తుంది. చక్రం కిరకిరలాడుతుంది. ఈలోగా మరోగుండు. అదీ అలాగే వెనక్కు వస్తుంది. చక్రం అలా తిరుగుతుందన్నమాట. ఆగండి! నేను దీన్ని పని చేయించి చూపుతా!"

పీహ్టిన్ అటూ ఇటూ నడుస్తూ ఇనుప బంతులను ఒక చోట చేర్చాడు. కాళ్ళ దగ్గర వాటిని కుప్పగా పెట్టుకున్నాడు. ఒక గుండును తీసుకొని బలమంతా ఉపయోగించి చక్రంలోని గరిటెలోకి విసిరికొట్టాడు. ఇంకోటి మరొకటి. చెప్పలేనంత రణగొణధ్వని పుట్టింది. గుండ్లు ఇనుప గరిటెలకు కొట్టుకున్నాయి. చక్రం కిరకిరలాడింది. స్తంభాలు మూలుగుతున్నాయి. ఆ గుయ్యారంలో ఏదో ప్రమాదం జరుగుతున్నట్లు రణగొణధ్వని నిండింది."

గోర్డిరేవ్ యంత్రం తిరిగిందని కరోనిన్ అంటాడు. అయితే అది కేవలం అపోహ మాత్రమే. గుండ్లు కింద పడుతున్నప్పుడు మాత్రమే చక్రం తిరిగి ఉంటుంది. అది చాలాకాలం తిరిగి ఉండదు. గుండ్లన్నీ గరిటెకు తగిలి, జారి క్రిందకు పడిన తర్వాత అది తప్పకుండా ఆగి ఉంటుంది. గుండ్లన్నింటీ పైకెత్తలేక అంతకు ముందే ఆగిపోయి ఉండక పోతేనే పూర్తయినా తిరిగేది.

గోర్డిరేవ్, తర్వాత యెకాటరిన్ బర్గ్‌లో తన యంత్రాలన్నీ ప్రదర్శనకు పెట్టాడు. అతనక్కడ నిజమయిన పారిశ్రామిక యంత్రాలను చూచాడు. ఆ తర్వాత అతను నిరాశ పాలయ్యాడు. తన నిరంతర చలనయంత్రం గురించి అడిగితే నిరాసక్తితో: "దాన్ని దయ్యమెత్తుకు పోనూ! దీన్నంతా కొట్టి వంట చెరుకుగా వాడుకోమనండి!" అని జవాబిచ్చాడు.

ఉఫీమ్‌త్సేవ్ అక్యూములేటర్ :

శాశ్వత చలన యంత్రాలను సరిగా పరిశీలించక పోతే ఎంత బాగా మోసపోవచ్చుననే విషయానికి ఉదాహరణ ఉఫీమ్‌త్సేవ్ తయారు చేసిన 'చలనశక్తి సంచాయకం'. ఈ కుర్స్క్ ప్రాంతపు రైతు ఒక కొత్తరకం గాలిమరను తయారు చేశాడు. దానికి 'జడత్వ సంచాయకం' అనే పేరుతో ఒక తిరిగే చక్రాన్ని అమర్చాడు. 1920లో అతను ఈ యంత్రపు నమూనాను తయారు చేశాడు. అందులో నిలువుగా ఉండే ఒక అక్షంపై ఒక చదును చక్రం తిరుగుతూ ఉంటుంది. అది బాల్‌బేరింగుల సాయంతో తిరుగుతుంది. పైగా దాని చుట్టూ గాలి చొరని గదిని ఏర్పాటు చేశాడు.

నిమిషానికి 20,000 చుట్లు తిరిగేలా ఈ చక్రాన్ని తిప్పితే అది ఆగకుండా 15 రోజులు తిరుగుతుంది. ఈలోగా దాన్ని చూచిన వారెవరయినా ఇదే 'నిరంతర చలన యంత్రం అని నమ్ముతారు.

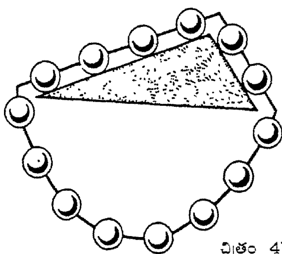
అద్భుతం కాని అద్భుతం :

నిరంతర చలనయంత్రాలను తయారు చేయాలని ప్రయత్నిస్తూ చాలా మంది తమ జీవితాలను వ్యర్థం చేసుకున్నారు. ఈ యంత్రాన్ని తయారు చేయాలని, తన ఆస్తిని, ఆదాయాన్ని మొత్తం వెచ్చించి, అధోగతి పాలయిన ఒక కార్మికుడిని నేను స్వయంగా ఎరుగుదును. తిండీ, బట్ట లేకుండా అయి కూడా, అతను యంత్రం పూర్తి చేస్తానంటూ అందరి దగ్గర బిచ్చమడుక్కునేవాడు. ఆ యంత్రం తప్పకుండా కదులుతుందనే వాడు. భౌతిక శాస్త్రంలోని మూలసూత్రాలు తెలియకపోవడంతో నానా బాధలకు గురయిన అతనిని చూస్తే జాలి వేసేది.

నిరంతర చలన యంత్రం కోసం చేసిన ప్రయత్నాలన్నీ విఫలమయినా, ఆ కృషి వల్ల విలువయిన అనేక ఇతర విషయాలు తెలియరావడం మాత్రం విచిత్రం!

ఇందుకొక చక్కని ఉదాహరణ ఉంది. 16 వ శతాబ్ది చివరి భాగంలో డచ్చి శాస్త్రవేత్త స్టైవిన్ వాలు తలాల మీద శక్తుల సమతాస్థితి సూత్రాలని నిరూపించడానికి తయారుచేసిన పద్ధతే అది! అతనికి మిగతా పరిశోధనలవల్ల కీర్తి కలిగింది. కానీ ఈ పద్ధతి మాత్రం అతనికి మరెంతో ఘనతను చేకూర్చ దగినది. దశాంశ భిన్నాలను, బీజ గణితంలో ఘాతాలను, ద్రవస్థితి సూత్రాన్ని కనుగొన్నదికూడా ఇతనే! (ఈ చివరి సూత్రాన్ని పాస్కల్ తర్వాత తిరిగి కనుగొన్నాడు.)

శక్తి సమాంతర చతుర్భుజ సూత్రం యొక్క ప్రమేయం లేకుండానే వాలు తలాల మీద బలాలు స్థిర స్థితిని పొందే మార్గం కనుగొన్నాడు. చిత్రం 47 లో చూపిన పటం సాయంతో అతను ఆ విషయాన్ని నిరూపించాడు. మూడు అంచులుగల ఒక పట్టకం మీద పదునాలుగు గోళాలతో పేర్చిన దండను ఒక దాన్ని జారవేస్తారు. ఆ దండ ఏమవుతుంది.? మీరు చూస్తున్నట్లే మాలలాగ కింద వేలాడుతున్న భాగం సమతాస్థితిలో స్థిరంగా నిలబడుతుంది. అయితే మిగతా రెండు భాగాలు ఒక దానికొకటి సమతూకం కాగలవా? మరోలా చెప్పాలంటే కుడివేపు ఉన్న రెండు గోళాలు, ఎడమవేపున్న 4 గోళాలను జారిపోకుండా పట్టి ఉంచగలవా? దీనికి జవాబు' అవునుఅనే! అలా కాకుంటే ఈ గోళాల దండ నిరంతరం పట్టకం మీద జారుతూ, శాశ్వతంగా తిరుగుతూనే ఉండాలి. దానికి సమతా స్థితి కలగ కూడదు. అయితే ఇలా వేసిన దండ కదలకుండా ఉంటుందని మనకు తెలుసు. అంటే కుడివేపు రెండు గోళాలు, ఎడమకున్న నాలుగు గోళాలను ఆపగలుగుతున్నాయనే అర్థం.



చిత్రం 47. అద్భుతం కాని అద్భుతం.

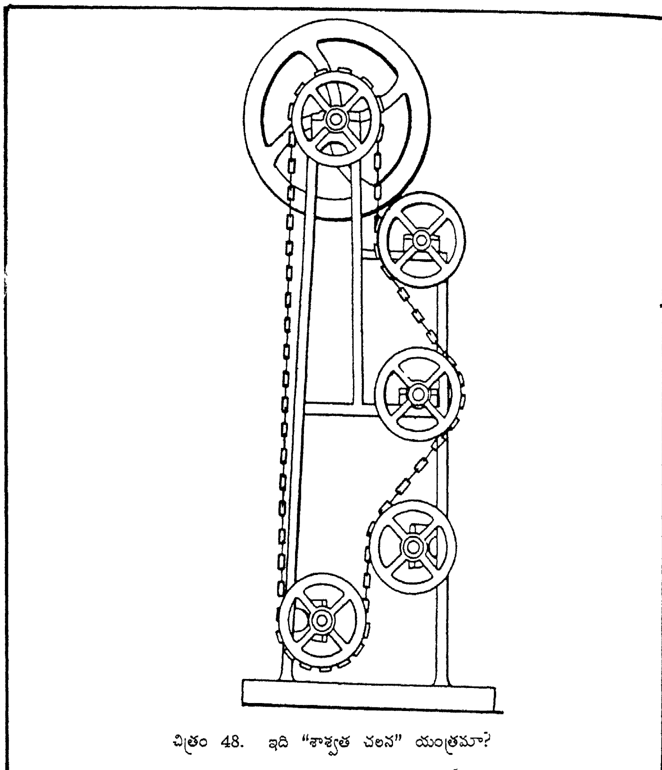
ఇది ఒక చిన్నపాటి అద్భుతంగా కనబడుతుంది. గదూ ! రెండు గోళాలకు నాలుగింటితో సమానమయిన బలముండడమా? దీనితో స్టెవిన్‌కు యాంత్రిక శాస్త్రంలోని ఒక ముఖ్యమయిన సూత్రాన్ని ప్రతిపాదించే వీలు కలిగింది. అతని విశదీకరణ ఇలాగుంటుంది: పట్టకం యొక్క ఏటవాలు తలాల పొడుగు వేరు వేరుగా ఉంది. గాబట్టి గొలుసులోని ఆయాభాగాల బరువు కూడా వేరువేరు గానే ఉంటుంది. అంటే వాలుతలాల మీదనున్న బరువులు, తామున్న తలం యొక్క పొడుగులకు సరియయిన అనుపాతంలో ఉంటే, ఎక్కువ తక్కువగా ఉన్నప్పటికీ ఒకదాన్ని ఒకటి సమతూకం చేయగలుగుతాయి.

పొట్టి తలం ఒక వేళ నిలువుగా ఉన్నట్లయితే" ఒకవాలు తలంపైన ఒక వస్తువు నిశ్చలంగా ఉంచాలంటే, ఆవాలు తలం యొక్క నిడివిలో ఎన్నో వంతో, వస్తువు బరువులో అన్నవ వంతు శక్తిని, ఆ తలం ఉండే దిశలో ప్రయోగించాలి" అనే మరో భౌతిక శాస్త్ర సూత్రం రుజువవుతుంది. ఈ విధంగా, నిరంతర చలన యంత్రం అసాధ్యమనే సంగతితో బాటు, యాంత్రిక శాస్త్రంలోని కొన్ని ముఖ్య సూత్రాలు కనుగొనబడ్డాయి.

మరికొన్ని నిరంతర చలన యంత్రాలు :

చిత్రం 48లో ఒక బరువయిన గొలుసు చక్రాల చుట్టూ బిగించబడి ఉంది. ఆగొలుసు ఏ పరిస్థితిలో ఉన్నా కుడివైపు భాగం ఎడమవైపు కన్నా పొడుగ్గా ఉండే రకంగా అమర్చబడి ఉంది. బరువులో ఇలా తేడాలుండడం వలన ఈ యంత్రం నిరంతరం తిరుగుతూనే ఉంటుందని దీన్ని కనుగొన్న వ్యక్తి అనుకున్నాడు. అయితే నిజంగా అలా జరుగుతుందా? జరగనే జరగదు. విభిన్నమయిన కోణాలలో గనుక పనిచేస్తుంటే గొలుసు యొక్క పొట్టి భాగం కూడా పొడుగు భాగాన్ని స్థిరంగా పట్టి ఉంచగలదని మనం ఇదివరికే గమనించాం. ఈ చిత్రంలో ఎడమ దిక్కు గొలుసు నిలువుగా కిందకు జారి ఉంది. కుడివేపున మాత్రం అది వాలుగా ఉంది. ఈ వాలు మూలంగా, కుడివేపు గొలుసు బరువయినప్పటికీ, ఎడమవేపు గొలుసును

పైకి లాగలేక పోతుంది. అంటే నిరంతర చలనం వీలు పడదు అని అర్థం.



చిత్రం 48. ఇది "శాశ్వత చలన" యంత్రమా?

1860లో పారిస్ ప్రదర్శనలో ఉంచిన 'నిరంతర చలన యంత్రం' అన్నింటికన్నా తెలివితో నిర్మింపబడింది. అందులో ఒక పెద్ద చక్రం, దాని గదుల్లో గుళ్లు అమర్చబడి ఉన్నాయి. ఈ చక్రాన్ని ఆపడం ఎవరికీ సాధ్యం కాదని, దాన్ని కనుగొన్న వ్యక్తి అన్నాడు. చాలా మంది దాన్ని ఆపాలని ప్రయత్నించారు. కానీ వారు చేతులు తొలగించిన మరుక్షణం అది మళ్ళీ తిరగనారంభించేది. తాము ఆపడానికి ప్రయత్నించడం వల్లనే ఆ యంత్రం తిరుగుతున్నదని చాలా మంది అర్థం చేసుకోలేక పోయారు. యంత్రాన్ని ఆపాలని ప్రయత్నిస్తూ వెనక్కు తోస్తున్నప్పుడు, అందులో తెలివిగా, రహస్యంగా ఏర్పాటు చేసిన స్ప్రింగు చుట్టుకు పోయి, చేయి తీయగానే యంత్రం తిరిగేది.

'పీటర్ ది గ్రేట్' కొనదలుచుకున్న' శాశ్వత చలన యంత్రం' :

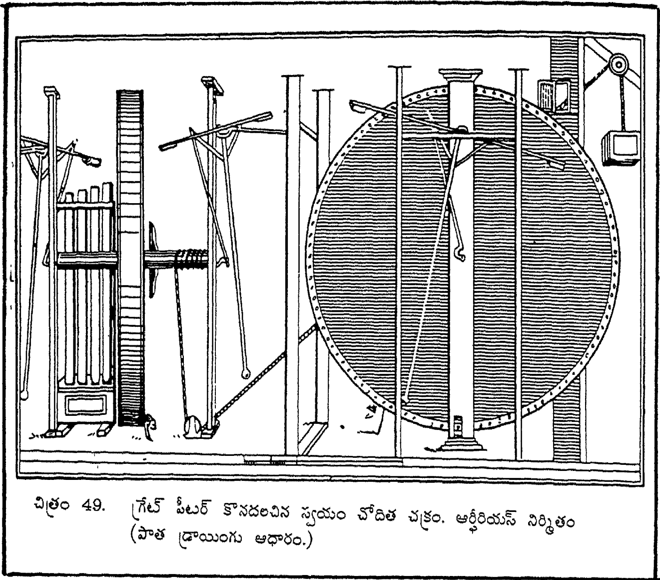
1715 – 1722 సంవత్సరాల మధ్య రష్యా చక్రవర్తి పీటర్ ది గ్రేట్, జర్మనీ దేశంలో ఓర్ఫిరియస్ అనే వ్యక్తి కనుగొన్న శాశ్వత చలన యంత్రాన్ని కొనదలచి, అతనితో ఉత్తరప్రత్యుత్తరాలు జరిపాడు. ఆ లేఖలన్నీ ఇప్పటికీ భద్రపరచబడి ఉన్నాయి. కౌన్సిలర్ ఒర్ఫిరియస్ తయారు చేసిన 'తనంతటతానే తిరిగే యంత్రం' అతనికి దేశ వ్యాప్తంగా కీర్తిని గడించి పెట్టింది. ఆ యంత్రాన్ని అతను భారీ మొత్తానికి జార్ చక్రవర్తికి అమ్మడానికి అంగీకరించాడు. పీటర్ ది గ్రేట్, తన గ్రంథాలయాధికారి అయిన షుమాఖర్‌ను పశ్చిమ యూరపు నుండి వింతవస్తువులను కొని తేవలసిందిగా పురమాయించాడు. నిరంతర చలన యంత్రాన్ని బేరమాడవలసిందిగా అడిగితే అతను ఈ విధంగా ప్రత్యుత్తరమిచ్చాడు.

"కనుగొన్న వ్యక్తి చివరి సవాలు: లక్ష డాలర్లిస్తే చక్రం మీకు అందుతుంది." ఈ యంత్రంలో ఎటువంటి మోసం లేదని షుమాఖర్‌తో కనుగొన్న వ్యక్తి పేర్కొన్నట్లు 'షుమాఖర్ స్వయంగా చెప్పాడు. "ఈ ప్రపంచం నిండా నమ్మవీలుగాని దుర్మార్గులు ఉన్నారు. వారి దుర్బుద్ధి తప్పితే మరేదీ నా యంత్రానికి వంకపెట్టలేదు" అని అతనన్నాడట.

జనవరి 1725 లో ఈ విఖ్యాత యంత్రాన్ని స్వయంగా చూడాలని పీటర్ ది గ్రేట్ నిర్ణయించుకున్నాడు. అయితే ఈ ఆలోచన నిజమయే లోగానే అతను కన్నుమూశాడు.

ఇంతకూ కౌన్సిలర్ ఓర్ఫిరియస్ అనే రహస్యమయ వ్యక్తి ఎవరు? అతని విఖ్యాత .యంత్రం ఎలాగుండేది? ఈ విషయాలను గురించి నేను కొంత సమాచారం సేకరించ గలిగాను.

ఒర్ఫిరియస్ అసలు పేరు బెస్లర్. అతను జర్మనీలో 1680లో పుట్టాడు, అతను మతవిషయాలు, వైద్యం, చిత్ర లేఖనం అభ్యసించాడు. ఆ తర్వాతనే అతను నిరంతర చలన యంత్రాన్ని తయారు చేశాడు. ఇటువంటి యంత్రాన్ని కనుగొన ప్రయత్నించిన వేలాది మందిలో ఇతను సువిఖ్యాతుడు, అదృష్టశాలికూడా. 1745 లో అతను మరణించేదాకా, తన యంత్రాన్ని ప్రదర్శిస్తూ దానితో వచ్చే ధనంతో అతను సుఖంగా జీవించగలిగాడు.



చిత్రం 49. గ్రేట్ పీటర్ కొనదలచిన స్వయం చోదిత చక్రం. ఆర్ఫీరియస్ నిర్మితం (పాత డ్రాయింగు ఆధారం.)

1714లో అతని యంత్రం నమూనాను చిత్రించిన విధం చిత్రం 49 లో చూడవచ్చు. ఒక పాత పుస్తకంలోనుండి ఈ చిత్రం దొరికింది. ఇందులో ఒక పెద్ద చక్రం కనబడుతున్నది. అది తిరగడమేకాక బరువులను కూడా చాలా ఎత్తులకు ఎత్తినట్లు చూపబడింది.

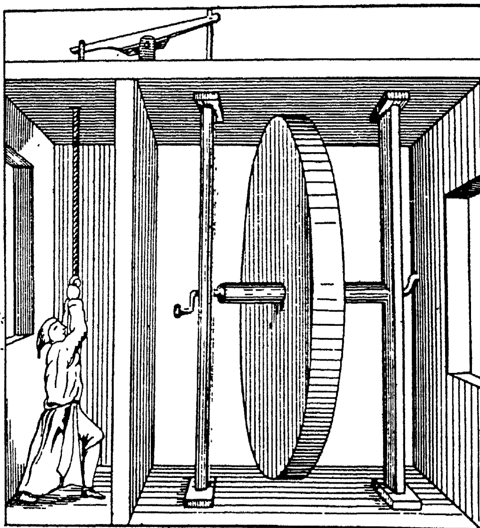
కౌన్సిలర్ ఈ వింత యంత్రాన్ని ముందుగా కొన్ని సంతలలో ప్రదర్శించాడు. ఆ తరవాత దాని ఖ్యాతి చాలా త్వరగా జర్మనీ అంతటా వ్యాపించింది. వెంటనే అతనికి గొప్ప గొప్ప పోషకులు దొరికారు. పోలిష్ ప్రభువు యంత్రం పట్ల ఆసక్తి కనబరచాడు. తర్వాత హెస్- కాసెల్ ప్రభువు ఓర్ఫిరియస్‌ను పోషించ నారంభించాడు. అతను తన కోటలో యంత్రానికి చోటిచ్చి దాన్ని రకరకాలుగా పరీక్షించి చూచాడు.

నవంబరు 12, 1717 న యంత్రాన్ని విడిగా ఒక గదిలో అమర్చి దానికి చలనం కలిగించారు. గదికి తాళంవేసి సీలువేశారు. ఇద్దరు సైనికులను బయట కాపలా ఉంచారు. ఒక పక్షం పాటు, అంటే నవంబరు 26 న సీలు విప్పేదాకా ఎవరూ ఆ చాయలకు రావడానికి సాహసించలేదు. అప్పుడు గది తాళం తొలగించి ప్రభువు, అతని అనుచరులు లోనికి వెళ్ళారు. ఏ మాత్రం వేగం తగ్గకుండా యంత్రం తిరుగుతూనే ఉంది. దాన్ని ఆపి, జాగ్రత్తగా పరీక్షించి తిరిగి చలనం కలిగించారు. ఈసారి గదికి తాళం పెట్టి 40 రోజులు దాకా కాపలా కాశారు. సీలును 1718

జనవరి 4 న విప్పదీశారు. నిపుణుల బృందం లోపలికి ప్రవేశించి చూస్తే చక్రం తిరుగుతూనే ఉంది. అంతటితో సంతృప్తి చెందక ప్రభువు యంత్రానికి మూడవ పరీక్ష పెట్టాడు. ఈసారి గదిని ఏకంగా రెండునెలల పాటు మూసి ఉంచారు. ఆ తరువాత కూడా చక్రం తిరుగుతూ ఉండటం చూచి ప్రభువు ఉప్పొంగి పోయాడు. అతను ఓర్ఫిరియస్‌కు ఒక తాఖీదు రాయించి ఇచ్చాడు. అతని నిరంతర చలన యంత్రం నిమిషానికి 50 చుట్లు తిరుగుతుందని, 16 కిలోల బరువును 1.5 మీటర్ల ఎత్తుకు ఎత్తగలుగుతుందని సానయంత్రాన్ని కొలిమి తిత్తిని కూడా పని చేయించ గలుగుతుందని అందులో రాయించాడు. ఈ పత్రాన్ని సంచీలో పెట్టుకుని ఓర్ఫిరియస్ యూరపు నలుమూలలా ప్రయాణించాడు. తన యంత్రాన్ని లక్ష రూబుళ్లకు, రష్యా చక్రవర్తికి అమ్మజూపాడంటే అతడు చాలా సంపాదించి ఉండాలి.

కౌన్సిలర్ యంత్రం కీర్తి త్వరలోనే పీటర్ దిగ్రేట్ దాకా వెళ్ళింది. అతనికి విచిత్రమయిన, కూహకాలయిన యంత్రాలంటే ఎంతో ఇష్టం. అందుకే అతడిని ఈ యంత్రం బాగా ఆకర్షించింది. 1715లో అతడు విదేశ యాత్రలు జరుపుతున్నప్పుడు దృష్టి మరోసారి ఈ యంత్రం వేపు వెళ్ళింది. అప్పుడతను, యంత్రాన్ని పరీక్షించవలసిందిగా ఓస్టర్‌మన్ అనే సువిఖ్యాత రాజాధికారిని పంపించాడు. అతను వెళ్ళి, యంత్రాన్ని స్వయంగా చూడలేక పోయాడు. అయినా ఒక పెద్ద నివేదికను పంపాడు. ఓర్ఫిరియస్ రాజసభకు ఆహ్వానించి పరిశోధకుడుగా తన కొలువులో నియమించాలని ప్రభువు తలపెట్టాడు. ఇందుగురించి ఆకాలపు ప్రఖ్యాత తత్త్వవేత్త క్రిస్టియన్ వుల్ఫ్ అభిప్రాయం కూడా అడిగాడు.

ఓర్ఫిరియస్‌కు ఒక దాన్ని మించి మరొకటి ఆహ్వానాలు వచ్చాయి. రాజులు, యువరాజులు అతనికి బహుమతులనిచ్చారు. అతని యంత్రం గురించి కవులు కవిత లల్లారు. అయితే కొందరు అతడిని మోసగాడని కూడా అన్నారు. ధైర్యం గలవారు బాహాటంగానే అతడిని వేలెత్తి చూపారు. కౌన్సిలర్ మోసాన్ని బయటపెట్టినవారికి 1000 మార్కులు బహుమానంగా ఇస్తామన్నారు. విమర్శకులొకరు యంత్రం గురించిన చిత్రాన్నొక దాన్ని తయారు చేశారు (చిత్రం 50). రహస్యాన్ని ఈ చిత్రం చాలా సులువుగా ఛేదించింది. యంత్రానికి ఆధారంగా ఉన్న స్తంభంలో ఇరుసు చుట్టూ తాడుచుట్టి ఉంటుంది. ఒక వ్యక్తి రహస్యంగా మరో గదిలోంచి ఆ తాటిని లాగి చక్రాన్ని తిరిగేలా చేస్తాడు.



చిత్రం 50. ఆర్ఫీరియస్ యంత్రంలోని రహస్యం (పాత డ్రాయింగు ఆధారం):

ఈ రహస్యం కౌన్సిలర్ భార్యకు, పనిమనిషికి ముందుగా తెలిసింది. వారిద్దరితో తగవు పడడంతో రహస్యం బట్టబయలయింది. లేకుంటే ప్రపంచం ఇప్పటికీ ఆ రహస్యం గురించి ఆలోచిస్తూ ఉండేది. ఓర్ఫిరియస్ తమ్ముడు, లేదా పనిమనిషి నిజంగానే రహస్య గదిలో నుండి యంత్రాన్ని తిప్పేవారని అంటారు. కానీ కౌన్సిలర్ మాత్రం ఈ సంగతి ఒప్పుకోలేదు. చనిపోయేదాక అందరితో తన భార్య, పనిమనిషి దుర్బుద్ధితో ఇలాంటి పుకారు పుట్టించారని వాదిస్తూనే ఉన్నాడు. అయితే అతనిమీద ఎవరికీ నమ్మకం కుదరకుండా పోయింది. ప్రజలంతా దుర్బుద్ధి గల వారని, జార్ ప్రభువు ప్రతినిధి షుమాఖర్‌కు, అతను నచ్చజెప్పజూడడం సహజమే మరి.

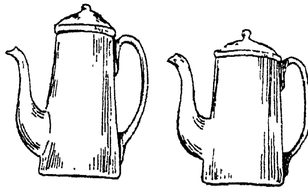
ఇంచు మించు అదే సమయానికి జర్మనీలో హెర్ట్‌నర్ అనే మరొకతను నిరంతర చలన యంత్రాన్ని తయారు చేశాడు. ఆ యంత్రం గురించి షుమాఖర్ ఈ విధంగా రాశాడు, "హెర్ట్‌నర్ నిరంతర చలన యంత్రాన్ని నేను డ్రెస్‌డెన్‌లో చూచాను. అందులో ఇసుక నింపిన టార్పాలిన్ సంచి ఉంది. సాన యంత్రాల్లా కనిపించే ఈ యంత్రం దానంతటదే వెనకకు ముందుకు కదులుతుంటుంది. అయితే ఈ యంత్రాన్ని ఇంతకంటే పెద్దదిగా తయారు చేయడం వీలుకాదని కనుగొన్న వ్యక్తి అంటున్నాడు." అయితే ఈ యంత్రంలో కూడా నిరంతర చలనం లేదనే మాటలో అనుమానంలేదు. ఇందులో కూడా యంత్రాన్ని కదిలించడానికి, నిజమయిన యంత్ర

భాగాలు కాక, 'బతికి ఉండే' భాగాలేవో చాకచక్యంతో అమర్చిఉంటారు. ఈ నిరంతర చలన యంత్రాలు గణిత సూత్రాల ప్రకారం చూస్తే నమ్మదగినవి కావని ఫ్రెంచి, ఇంగ్లీషు జ్ఞానులు ఆక్షేపిస్తున్నట్లు షుమాఖర్, జార్ చక్రవర్తికి రాశాడు. అతను చేసింది సరియయిన పనే!

ద్రవాలు, వాయువుల లక్షణాలు

రెండు కాఫీ పాత్రలు :

చిత్రం 51 లో ఒకే వెడల్పుగల రెండు కాఫీ పాత్రలున్నాయి. అయితే ఒకటి మాత్రం మరొకదానికంటే ఎత్తు ఎక్కువగా ఉంది. ఈ రెంటిలోను ఎందులో ఎక్కువ కాఫీ పడుతుంది? ఆలోచించకుండా సమాధానం చెబితే పొడుగు పాత్రలో అనేస్తారు. అయితే పొడుగు పాత్రలో కూడా కాఫీని, దాని కొమ్ము ఉండే ఎత్తు వరకే పోయగలం. ఆ తర్వాత ఎంతపోసినా కొమ్ములోనుండి ఒలికి కింద పడుతుంది. రెంటిలోనూ కొమ్ము ఒకే ఎత్తులోనే ఉంది గాబట్టి, కాఫీ రెంటిలోనూ సమానంగానే పడుతుంది. ఎందుకో మీకే సులభంగా తెలుస్తుంది. కాఫీ పాత్రలోనుండి కొమ్ములోకి దారి ఉంది. అంటే ఆరెండు విడి భాగాలు

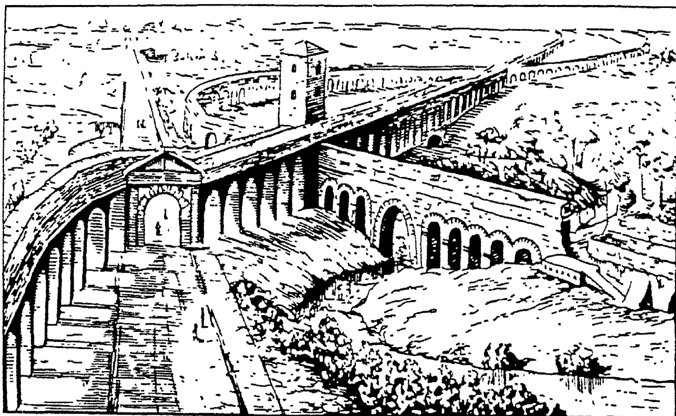


చిత్రం 51. ఎందులో ఎక్కువ కాఫీ పట్టుతుంది?

కలిసి ఉన్నాయి. అప్పుడు రెండింటిలోనూ ద్రవం ఒకే ఎత్తుకు మాత్రమే ఉంటుంది. పాత్రలోని ద్రవం, కొమ్ములోని ద్రవానికన్నా ఎక్కువ ఉంటుందనేది మరో సంగతి. వాటి ఎత్తు మాత్రం సమానమే! కొమ్ము తగినంత ఎత్తు వరకు ఉండక పోతే పాత్రలో నిండా కాఫీ పోయడం అసాధ్యం. ద్రవం కొమ్ములోనుండి ఒలికి పోతుంటుంది. అందుకే సాధారణంగా కాఫీపాత్రల కొమ్ములు పాత్రకన్నా ఎత్తుగా అమర్చుతారు. అప్పుడు పాత్రను కాస్త వంచినా కాఫీ ఒలకదు.

ప్రాచీనుల అజ్ఞానం

ప్రాచీనులు నిర్మించిన నీటి గొట్టాలను రోమనులు ఈనాటికీ వాడుకుంటారు. ఆనాటి రోమన్ సేవకులు చాలా బాగా పనిచేశారు. అయితే ఆనాటి సాంకేతిక నిపుణుల విషయంలో మాత్రం ఈ విధంగా ఒప్పుకోలేము. వారికి భౌతిక శాస్త్రంలోని మూల సూత్రాలను గురించి తెలిసింది చాలా తక్కువ. మ్యూనిచ్‌లోని జర్మన్ ప్రదర్శనశాలలో భద్రపరిచిన చిత్రాన్ని ఒక దాన్ని చిత్రం 52 లో



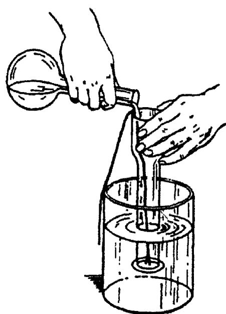
చిత్రం 52. ప్రాచీన రోములోని నీటి తూములు.

చూడవచ్చు. రోమనులు నీటి గొట్టాలను నేలలో గుండా కాకుండా, చాలా ఎత్తుగా, గోడల మీద ఏర్పాటు చేసుకున్నారని గమనించవచ్చు. ఎందుకలా? ఈ రోజుల్లో మనం భూమిలోపల ఏర్పాటుచేస్తున్న గొట్టాల పద్ధతి సులువుకాదా? కలిసి ఉండే పాత్రల సూత్రం గురించి అలనాటి రోమను ఇంజనీర్లకు తెలిసింది చాలా తక్కువ. రెండు జలాశయాలను ఒక పొడుగాటి గొట్టంతో కలిపితే ఆ రెంటిలోనూ నీరు ఒకేఎత్తుకు రాదని వారు భయపడ్డారు. పైగా గొట్టాలను నేలలో అమర్చి, సహజ మార్గాల ద్వారా పోనిస్తే, కొన్ని చోట్ల నీరు ఎత్తులకు ప్రవహించవలసి ఉంటుంది. ఇది కూడా జరిగే పని కాదనుకున్నారు వారు. అందుకే వారి నీటి గొట్టాలు దారి పొడుగునా ఏటవాలుగానే ఉన్నాయి. చాలా చోట్ల గొట్టాలను చుట్టు

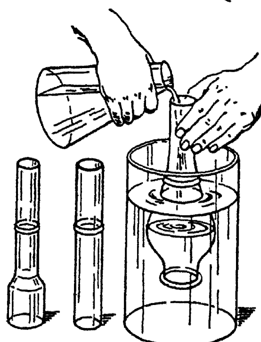
దారుల ద్వారా తిప్పి, లేదా ఎత్తైన స్తంభాల మీదుగా ఏర్పాటు చేసుకున్నారు. అక్వా మార్సియా అనే ఒక జలమార్గం 100 కి.మీల పొడుగుంది. అయితే అవి కలిపే రెండు స్థానాల మధ్యన నేరుగా ఉండే దూరం అందులో సగం మాత్రమే అంటే మూల భౌతిక శాస్త్ర విషయాలు తెలియక పోవడంతో వారు 50 మైళ్ళ దూరం అదనంగా నిర్మాణపు పని చేపట్టవలసి వచ్చిందన్నమాట!

ద్రవాల ఒత్తిడి - పై వైపుగా :

భౌతిక శాస్త్రం చదువుకోని వారికి గూడా ఒక పాత్రలో పోసిన ద్రవం, ఆపాత్ర అడుగుమీదా పక్క గోడలమీదా , ఒత్తిడి కలగజేస్తుందని తెలిసి ఉంటుంది. అయితే, ద్రవాల ఒత్తిడి పై వైపుకు కూడా ఉంటుందని చాలా మందికి అనుమానం కూడా కలిగి ఉండదు. ఒక మామూలు దీపపు బుడ్డీతో ఈ విషయాన్ని రుజువు చేయవచ్చు. బుడ్డీ పై అంచును కప్పి వేసే సైజులో, గుండ్రటి అట్టముక్కను ఒక దాన్ని కత్తిరించండి. దీనితో బుడ్డీని మూసి చిత్రం 53 లో చూపినట్లు దాన్ని ఒక నీళ్ళజాడీలో ముంచండి. అట్టముక్క జారిపోకుండా దానికొక దారం కట్టి బొమ్మలో చూపినట్లు పట్టుకోండి. లేదా వేలితో దాన్ని అదిమి పట్టండి. బుడ్డీ నీటిలో తగినంత లోతున ఉన్నప్పుడు, దారాన్ని వదిలేయవచ్చు. లేదా వేలిని తొలగించ వచ్చు. అట్టముక్క పడి పోకుండా బుడ్డీ అంచునే నిలబడి ఉంటుంది. కిందనుండి నీరు దాన్ని పైకి అదిమి అలా నిలుపుతుంది.



చిత్రం 53. ద్రవాలలో ఊర్ధ్వ పీడనం నిరూపించే తేలిక పద్ధతి.



చిత్రం 54.

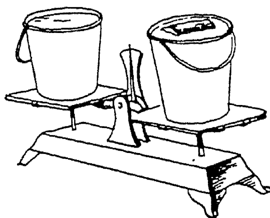
పాత్ర దిగువ భాగాన ద్రవం కలిగించే పీడనం అడుగు భాగం యొక్క వైశాల్యం మీద, ద్రవం వుండే ఎత్తు మీద మాత్రమే ఆధారపడి వుంటుంది. ఈ సంగతి నిరూపించే మార్గం చిత్రంలో చూడవచ్చు.

కావాలంటే, ఈ ఊర్ధ్వపీడనాన్ని, కొలతవేసి చూడవచ్చు, జాగ్రత్తగా కొంచెం నీటిని బుడ్డిలోకి పోయండి. బుడ్డిలో నీటిమట్టం , వెలుపలి జాడీలో నీటి మట్టానికి సమానం కాగానే అట్టముక్క పడిపోతుంది. అట్టముక్క కింద ఉండే నీటి ఊర్ధ్వ పీడనం, దానిపైనుండే నీటియొక్క అధోపీడనంతో సమానమవుతుంది. అంటే ఆ రెండు నీటిమట్టాల ఎత్తు సమంగా అవుతుంది. మునిగి ఉండే వస్తువులపై నీరు కలిగించే ఒత్తిడిని వర్ణించే సూత్రం ఇదే! దీనివల్లనే ఆర్కిమిడీసు ప్రఖ్యాత సూత్రంలో వర్ణించిన 'బరువును కోల్పోవడం' కూడా జరుగుతుంది.

పై అంచు మాత్రం ఒకంతే ఉండి వివిధ ఆకారాలు గల గాజు బుడ్డీల సాయంతో ద్రవాలకు గల మరొక ధర్మాన్ని రుజువు చేయవచ్చు. ఒక పాత్రలోని ద్రవం ఆ పాత్ర అడుగు మీద చూపించే ఒత్తిడి, అడుగు యొక్క పరిమాణం మీద, నీటి స్తంభపు ఎత్తుమీద మాత్రమే ఆధారపడి ఉంటుంది. అని ఆ సూత్రం చెపుతుంది. ఆ ఒత్తిడికి పాత్ర యొక్క ఆకారానికి ఎటువంటి సంబంధం లేదు. అనికూడా చెపుతుందది. ఈ సూత్రాన్ని పరీక్షించడానికి, వేరు వేరు ఆకారం గల చిమ్నీ బుడ్డీలను తీసుకుని వాటిని నీటిలో ఒకే లోతులో ఉంచాలి. తప్పేమీ జరక్కుండా ఉండడానికి, ముందే బుడ్డీల మీద సమానమయిన ఎత్తులలో గుర్తులు పెట్టుకోవచ్చు. మొదటి ప్రయోగంలోలాగే అట్టముక్కను అడుగున నిలిపి నీళ్లు పోస్తే, అన్నింటిలోనూ, నీరు సమానంగా ఒకే ఎత్తుకు రాగానే అట్టముక్క పడిపోతుంది. (చిత్రం 54). అయితే నీటి ఎత్తు ముఖ్యం గానీ, దాని పొడుగు ముఖ్యం కాదని గ్రహించవలసి ఉంటుంది. పొడుగ్గా ఉండి, వాలి ఉండే నీటి స్తంభం కూడా, పొట్టిదయినా నిలువుగా ఉండే దానితో సమానమయిన ఒత్తిడిని కలగజేస్తుంది. అయితే రెంటిలోనూ అడుగు మాత్రం సమానంగా ఉండాలి.

ఏది బరువు?

ఒక బకెట్‌లో నిండా నీరు పోసి త్రాసుయొక్క ఒక పళ్లెం మీద పెట్టండి. మరో బకెట్‌లో కూడా నిండా నీరు పోసి మరో పళ్లెంమీద పెట్టండి. అయితే ఇందులో ఒక కర్రముక్కను కూడా తేలేటట్లు వేయండి. (చిత్రం 55) ఈ రెంటిలోను ఏది ఎక్కువ బరువు తూగుతుంది? నేనీ ప్రశ్న అడిగితే అందరూ రకరకాల జవాబులిచ్చారు. నీటికి తోడుగా కర్ర కూడా ఉంది గనుక రెండవ బకెట్ ఎక్కువ బరువు ఉంటుందని కొందరన్నారు. కర్ర కంటే నీరు ఎక్కువ బరువుగాబట్టి మొదటి దాని బరువే ఎక్కువని మరికొందరన్నారు. ఈ రెండు



చిత్రం 55 రెండు బొక్కెనల నిండా నీరున్నది. ఒకదానిలో మట్టుకు కొయ్యముక్క తేలుతున్నది ఏ బొక్కెన బరువు హెచ్చు?

జవాబులు సరియయినవికావు! రెండు బకెట్ల బరువు సమానంగా ఉంటుంది. రెండవ దాంట్లో, మొదటి దాంట్లో కన్నా నీరు తక్కువ ఉండే మాట వాస్తవమే! కర్ర ముక్క ఆ నీటి స్థానాన్ని ఆక్రమిస్తుంది. అయితే సంబంధిత సూత్రం ప్రకారం, సగం మునిగి తేలియాడుతుండే ఏ వస్తువయినా, తన మొత్తం బరువుకు సమానమయిన నీటిని పాత్రనుండి తొలగిస్తుంది. అందుకే రెండు బకెట్ల బరువు సమంగా ఉంటుంది.

ఇప్పుడు ఇంకో సమస్య. ఒక గ్లాసులో నీళ్లు తీసుకుని త్రాసు పళ్లెం మీద పెట్టి దాని ప్రక్కన ఒక తూకం రాయిని పెట్టండి. త్రాసును సమతూకం చేయండి. అప్పుడు గ్లాసు ప్రక్కనున్న బరువును గ్లాసులోకి జారవిడవండి. త్రాసు ఏమవుతుంది? ఆర్కిమిడీస్ సూత్రం ప్రకారం, నీటిలో బరువు, బయట ఉన్నప్పటికన్నా తక్కువ తూగాలి. అంటే గ్లాసు ఉన్న పళ్లెం తేలిక గావాలి. కానీ అలా జరగదు. ఎందుకు? బరువును గ్లాసులో వేసినపుడు నీరు అంతకు ముందున్న ఎత్తుకన్నా కొంచెం పైకి లేస్తుంది. దీనితో గ్లాసు అడుగు మీద నీరు చూపే ఒత్తిడి పెరుగుతుంది. అది రాయి కోల్పోయిన బరువుకు సమానంగా ఉంటుంది.

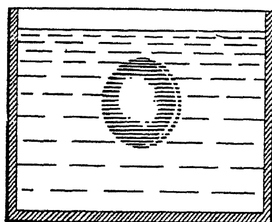
ద్రవంయొక్క సహజ ఆకారం :

ద్రవాలకు వాటికని ప్రత్యేకంగా ఒక ఆకారం లేదని అనుకోవడం మనకు అలవాటు. అయితే అది నిజంకాదు.

ద్రవాలకు సహజంగా ఉండే ఆకారం గోళాకారం. అయితే గురుత్వాకర్షణ ద్రవాలను ఈ ఆకారంలోకి రాకుండా అడ్డుకుంటుంది. ద్రవం ఒలికి పోతే పల్చని పొర ఆకారంలోకి, పాత్రలో ఉంటే ఆ పాత్ర ఆకారంలోకి మాత్రమే వస్తుంది. సమాన విశిష్ట గురుత్వం గల మరో ద్రవంలో ఉంచితే మాత్రం, ద్రవం, అర్కిమిడీసు సూత్రం ప్రకారం బరువును కోల్పోతుంది. అది ఇంచుమించు

భారరహితంగా కనిపిస్తుంది. అప్పుడు గురుత్వాకర్షణ ప్రభావం దానిపై ఉండదు. కాబట్టి అది తన సహజమయిన గోళాకారంలోకి వస్తుంది.

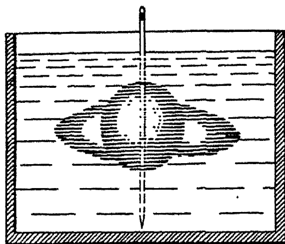
ఆలివ్ నూనె నీటిలో తేలుతుంది. ఆల్కహాలులో మునుగుతుంది. కాబట్టి ఆ రెంటినీ తగుపాళ్లలో కలిపి, నూనె అందులో తేలకుండా, మునగకుండా నిలిచేలా చేయవచ్చు. అటువంటి మిశ్రమంలోకి డ్రాపర్‌తో ఒక నూనె చుక్కను ప్రవేశపెడితే ఒక వింత జరుగుతుంది. నూనె ఒక గుండ్రని ఆకారంగా నిలిచి మధ్యలో వేలాడుతుంది. (చిత్రం 56). ఈ విషయాన్ని సరిగా చూడాలంటే ప్రయోగాన్ని చదరపు గోడలుండే పాత్రలో చేయాలి. లేదంటే కనీసం ప్రయోగం చేస్తున్న పాత్రను, నీరు పోసిన నలుచదరపు జాడీలో ఉంచాలి.



చిత్రం 56. నీరు చేర్చిన అల్కహాలులో నూనె గోళాకారం ధరిస్తుంది. అది మునగదు, తేలదు (ప్లాటో చేసిన ప్రయోగం)

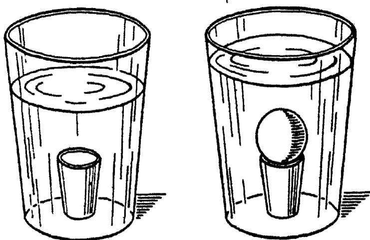
ఈ ప్రయోగాన్ని ఓపికగా, జాగ్రత్తగా చేయవలసి ఉంటుంది. లేకుంటే ఒకే ఒక పెద్ద నూనెచుక్క బదులు, బోలెడు చిన్నచిన్న చుక్కలు ఏర్పడతాయి. అలాగయినా నిరుత్సాహ పడనవసరం లేదు. అప్పుడుకూడా ఫలితం కనబడుతూనే ఉంటుంది.

ప్రయోగాన్ని ఇంకొంచెం ముందుకు కొనసాగిద్దాం. పొడుగాటి పుల్లను లేదా తీగెను తీసుకొని నూనెచుక్కలో గుచ్చి, గుండ్రంగా తిప్పండి. చుక్క కూడా పుల్లతో బాటు తిరుగుతుంది. పుల్లకు నూనెలో తడిపిన చిన్న అట్టముక్కను గుచ్చి, తిప్పితే మరింత బాగా ఫలితముంటుంది. (చిత్రం 57.) తిరగడం వల్ల నూనెచుక్క మీద ఒత్తిడి ఏర్పడి, కొన్ని సెకండ్ల తర్వాత దాని చుట్టూ ఒక వలయం ఏర్పడుతుంది. అది తిరుగుతున్న కొద్దీ, దాన్నుండి చిన్నచిన్న చుక్కలు ఏర్పడి మధ్యబిందువు చుట్టూ తిరుగుతుంటాయి.



చిత్రం 57. చువ్వ సహాయంతో నూనె బిందువును తిప్పినప్పుడు వలయం ఏర్పడుతుంది.

బెల్జియన్ భౌతిక శాస్త్రవేత్త ప్లేటో తొలిసారిగా ఈ ప్రయోగాన్ని చేశాడు. ఇదే ప్రయోగాన్ని మరోరకంగా చేసి ఇదే రకం ఫలితాలను గమనించవచ్చు. ఒక చిన్న గ్లాసును తీసుకుని నీటితో తొలపండి. అందులో ఆలివ్ నూనె నింపండి. దాన్ని మరో పెద్ద గ్లాసులో ఉంచండి. నెమ్మదిగా పెద్దగ్లాసు అంచుల వెంట, చిన్న గ్లాసు మునిగేదాకా ఆల్కహాలు పోయండి. ఒక చెంచాతో నెమ్మదిగా కొంచెం నీటిని అందులో కలపండి. నీరు గ్లాసు గోడల వెంట మాత్రమే జారాలి. చిన్న గ్లాసులోని నూనె పై తలం ఉబ్బనారంభిస్తుంది. తగినంత నీరు గ్లాసులోకి చేరే సరికి నూనె పెద్ద బిందువుగా గ్లాసులోంచి పైకి లేచి, నీరు ఆల్కహాలు మిశ్రమంలో మధ్యన కదలసాగుతుంది. (చిత్రం 58)



చిత్రం 58. ప్లాటో ప్రయోగానికి సులువు మార్గం.

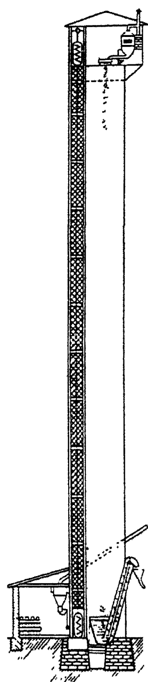
ఆల్కహాలు స్థానంలో అనిలీన్ ద్రవం వాడి కూడా ఈ ప్రయోగం చేయవచ్చు. గది ఉష్ణోగ్రతలో అనిలీన్ నీటికన్నా బరువు ఎక్కువ. కానీ 75–85° సెం.కి వేడి చేస్తే మాత్రం నీటికన్నా తేలికవుతుంది. నీటిని వేడి చేస్తే అనిలీన్ పెద్ద బిందువుగా మారి నీటిలో కదలడం మొదలుపెడుతుంది. మామూలు ఉష్ణోగ్రత

వద్ద అనిలీన్ చుక్కను ఉప్పునీటి మధ్యలో తేలేలా చేయవచ్చు. అర్థోటాల్యుడీన్ అనే మరో ఎర్రరంగు రసాయనం 24° సెం. వద్ద ఉప్పునీటితో సమానమయిన సాంద్రత కలిగి ఉంటుంది. దీనితో కూడా ఈ ప్రయోగం చేసి చూడవచ్చు.

సీసం గుండ్లు గుండ్రంగా ఎందుకుంటాయి?

గురుత్వాకర్షణశక్తి ప్రభావం లేకపోతే ఏ ద్రవమయినా గోళాకారంలోకి వస్తుందని అనుకున్నాము. పైనుంచి కిందకు పడుతున్న వస్తువుకు బరువు ఉండదని ఇంతకు ముందు మనం గమనించిన విషయాన్ని కూడా గుర్తు చేసుకోవాలి. వస్తువు పడే తొలిక్షణాలలో వాతావరణం కలిగించే అవరోధాన్ని మనం లెక్క పెట్టనవసరం లేదు. (వర్షపు బొట్టు పడుతున్నప్పుడు ఈ అవరోధం అరసెకండు పాటు మాత్రమే ఉంటుంది. ఆ తరువాత ఆ నీటి బొట్టుకు బరువు ఉండదు. అది ఒక క్రమవేగంలో కిందకు జారుతుంది.) ఈ విషయాన్ని గమనించగలిగితే ద్రవాలు పైనుండి కిందపడుతున్నపుడు అందులోని భాగాలు గోళాకారంలో ఉంటాయని గ్రహించవచ్చు.

చిత్రం 59. సీసపు గుండ్లు తయారు చేసే 'టవరు'



పడుతున్న వర్షపుచినుకులు గుండ్రంగా ఉంటాయి. కరిగించిన సీసాన్ని గట్టి పరిచి తుపాకీ గుండ్లను తయారు చేస్తారు. వీటిని తయారు చేసేప్పుడు సీసాన్ని చాలా ఎత్తునుండి క్రిందనున్న చల్లని నీటిలోకి పడేస్తారు. అవి అక్కడ నిజమయిన గుండ్రని ఆకారంలోకి గట్టి బడతాయి. చాలా ఎత్తయిన 'టవర్' మీదనుంచి పడేస్తారు. గనుక ఈ రకంగా తయారు చేసే సీసం గుండ్లను 'టవర్ షాట్' అంటారు. (చిత్రం 59) ఈ టవర్లను లోహపు స్తంభాలతో 45 మీటర్ల ఎత్తుకు నిర్మిస్తారు. పైన సీసం కరగబెట్టే ఏర్పాటుంది. క్రింద నీటి తొట్టి ఉంటుంది. తయారయిన గుళ్లను సైజులవారీగా వేరుచేస్తారు. కరిగిన సీసపు బిందువు పడుతుండగానే గట్టిబడుతుంది. అవి నేలమీదపడి ఆకారం చెడకుండా ఉంచడానికే కింద నీటిని ఏర్పాటు చేస్తారు. (ఆరు మి.మీ.ల కంటే ఎక్కువ చుట్టు కొలత ఉండే కానిస్టర్ గుండ్లను, తీగలు కత్తిరించి, గుండ్రంగా చేసి తయారు చేస్తారు.)

అడుగులేని వైను గ్లాసు :

ఒక వైను గ్లాసును అంచుల దాకా పూర్తిగా నీటితో నింపండి. కొన్ని గుండుసూదులు తీసుకోండి. ఒకటి రెండు గుండు సూదులను, వేయడానికి ఆ గ్లాసులో చోటు ఉంటుందా? ప్రయత్నించి చూడండి.

లెక్కిస్తూ పిన్నులను ఒక్కొక్కటిగా నీటిలో వేయండి. అయితే జాగ్రత్త అవసరం. బుడిపెను పట్టుకుని సూదిగా ఉండే చివరను నీటిలోకి ముందు వదలాలి. గుండుసూదిని, నీరు ఏ మాత్రం చిందకుండా, నెమ్మదిగా లోపలికి వదలాలి. గుండుసూదులు వేసినకొద్దీ అడుగుకు చేరుతుంటాయి. నీరు మాత్రం ఒకే మట్టంలో ఉంటుంది. పది, మరో పది, ఇంకో పది, అలా పిన్నులు ఎన్ని వేసినా నీరు ఒలకదు. ఒక వందపిన్నుల దాకా అలా వేస్తూ పోవచ్చు. అయినా నీరు చిందనే చిందదు. (చిత్రం 60) అది కనీసం అంచుమీద పైకి కూడా కనబడదు.



చిత్రం 60. గ్లాసులో ఎన్ని పిన్నులు చేర్చవచ్చు?

ఇప్పుడు నెమ్మదిగా వందల్లో గుండుసూదులు వేస్తూ పొండి. గ్లాసులో 400 పిన్నులు వేయవచ్చు. అయినా నీరు ఒలకదు. కానీ, నీరు ఇప్పుడు అంచుకు పైగా ఉబ్బివస్తున్నట్లు చూడవచ్చు. ఇప్పటి వరకూ అర్థం కాని ఈ వ్యవహారం కిటుకంతా అందులోనే ఉంది. గ్లాసు అంచులకు ఏ కొంచెం జిడ్డు ఉన్నా దానికి తడి తగలదు. మనం చేతులతో తగులుతాం గాబట్టి అన్ని గాజు, పింగాణీ వస్తువుల లాగే ఈ గ్లాసు అంచుకు కూడా అంతో ఇంతో జిడ్డు ఉండనే ఉంటుంది. నీరు ఆ విధంగా గ్లాసు అంచులను తడి చేయలేక పోవడంతో పైకి ఉబుకుతుంది. ఈ ఉబ్బును గమనించలేము. కానీ, గుండుసూది ఘనపరిమాణాన్ని, నీటిలోని ఉబుకు పరిమాణాన్ని పోల్చిచూస్తే, పిన్ను ఘనపరిమాణం ఎంత తక్కువో తెలుస్తుంది. అప్పుడు ఉబ్బును ఎందుకు గమనించలేక పోయామో కూడా తెలుస్తుంది. అందుకే నిండుగా ఉన్న వైను గ్లాసులో కూడా కొన్ని వందల పిన్నులు పట్టే చోటు ఉంటుంది.

గ్లాసు మూతి వెడల్పు ఎక్కువగా ఉన్నకొద్దీ, ఉబ్బు పెద్దదిగా రావడానికి వీలు ఉంటుంది. కాబట్టి అందులో ఎక్కువ గుండుసూదులకు చోటు ఉంటుంది. ఒక చిన్న లెక్క వేసి చూస్తే విషయం మరింత బాగా అర్థమవుతుంది. ఒక గుండు సూది సుమారు 25 మి.మీ పొడుగుంటుంది. అరమిల్లి మీటరు మందం ఉంటుంది. రేఖాగణిత సూత్రం ప్రకారం ఈ గుండుసూది ఘనపరిమాణం 5 ఘ.మి.మీ అని తేలుతుంది. తలను కూడా కలిపినా పరిమాణం 5.5 ఘ.మి.మీ లకు మించదు. ఇప్పుడు నీటి తలం ఉబ్బుయొక్క ఘనపరిమాణం లెక్క వేద్దాం. గ్లాసు మూతి చుట్టు కొలత 9 సెం.మీ లేదా 90 మి.మీలు, ఈ రకం వృత్తం యొక్క విస్తీర్ణం 6400 చదరపు మి.మీలు. ఉబ్బు 1 మి.మీ. కన్నా కూడా ఎత్తు లేదనుకున్నా మనకు 6,400 ఘనపు మి.మీ. పరిమాణం గల ఉబ్బు వస్తుంది. ఇది గుండు సూది ఘన పరిమాణం కన్నా 1200 రెట్లు ఎక్కువ. అంటే నిండుగా ఉన్న వైను గ్లాసు నీటిలో వెయ్యికన్నా ఎక్కువ పిన్నులను వేయవచ్చు. అయితే ఇందుకోసం ఎంతో జాగ్రత్త అవసరం. కంటికి ఆ గుండు సూదులతో గ్లాసు నిండి పోయినట్లు, అవి పైకి కూడా చొచ్చుకవచ్చినట్లు కనబడుతుంది.. నీరు మాత్రం ఒలకదు.

చెడు లక్షణం :

కిరోసిన్ దీపాలను వాడుకునే వారికి ఎవరికయినా, ఆ చమురుతో వచ్చే చికాకు గురించి తెలిసే ఉంటుంది. బుడ్డీలో కిరోసిన్ పోసి బయటంతా శుభ్రంగా తుడుస్తాము. ఒక గంట తర్వాత చూస్తే మళ్లీ అదంతా నూనె పాకి ఉంటుంది. ఇందులో తప్పంతా మనదే. బర్నర్‌ను తగినంత గట్టిగా బిగించలేదని అర్థం. గాజుగోడల వెంట వ్యాపించిన కిరోసిన్ కాస్త బయటకు గూడా వ్యాపించి వచ్చింది అందుకని, నూనె బయటకు రాకుండా ఉండాలంటే, బర్నర్‌ను చేతయినంత గట్టిగా బిగించాలి. అలా చేసేటప్పుడు బుడ్డీలో నూనె మరీ నిండుగా ఉండకుండా చూడాలి. కిరోసిన్ వేడెక్కిన కొద్దీ, ప్రతి వంద డిగ్రీలు సెం.కు పదిశాతం చొప్పున

పరిమాణం పెరుగుతుంది. బుడ్డీ పేలిపోకుండా ఉండాలంటే పెరిగే నూనెకు తగినంత ఖాళీని లోపల వదిలి ఉంచాలి.

కిరోసిన్‌కు ఉండే ఈ పాకే లక్షణం, చమురుతో నడిచే నౌకల్లో తెగ చికాకు కలిగిస్తుంది. ఏమాత్రం జాగ్రత్త వహించక పోయినా ఇటువంటి ఓడల్లో కిరోసిన్ చమురు తప్ప మరో సరుకు తీసుకుపోవడం అసాధ్యమవుతుంది. ట్యాంకులో కనబడని నెరియలగుండా బయటపడి చమురు, లోహ తలాల మీద మాత్రమే గాక అంతటా, చివరకు నావికుల గుడ్డల మీదకు కూడా వ్యాపిస్తుంది. ఇక ఆ వాసన దేనితోనూ పోయేది కాదు.

ఈ గుణాన్ని తట్టుకోవాలని చేసే ప్రయత్నాలేవీ ఫలించవు. జెరోమ్‌కె. జెరోమ్ అనే బ్రిటిష్ వ్యంగ్య రచయిత "త్రీ మెన్ ఇన్ ఎ బోట్" అనే నవలలో కిరోసిన్ లాగే ఉండే పారాఫిన్ నూనెను గురించి రాశాడు. అతనక్కడ అతిశయోక్తి చేశాడని మాత్రం తప్పుపట్టలేము:

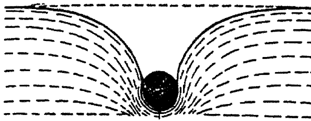
"ఈ పారఫిన్ నూనెలాగ స్రవించే వస్తువును మరొకదాన్ని నేను చూడలేదు. దాన్ని మేము పడవ ముందుభాగంలో పెట్టాము. అది అక్కడినుంచి చుక్కాని దాకా పాకింది. పడవలోని అన్ని వస్తువులకు, అంతటా వ్యాపిస్తూ అది నదిలోకి కూడా చేరింది. కనుచూపుమేర మొత్తమంతా నిండిపోయి అది వాతావరణాన్నే పాడుచేసింది. ఒకసారి పడమటి నుంచి చమురు గాలివీస్తే, మరోసారి తూర్పు చమురుగాలి. ఒకసారి తూర్పు చమురు గాలి వస్తే, ఇంకోసారి దక్షిణపు చమురు గాలి. అది ఆర్కిటిక్ మంచు మీదుగా రానీ, ఇసుక ఎడారి మీదనుంచి రానీ, ఎక్కడినుండి వచ్చినా పారఫిన్ నూనె సువాసనను మాత్రం మోసుకు రావలసిందే!"

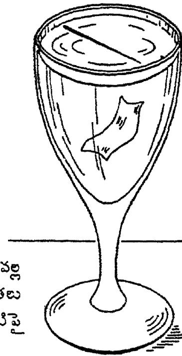
"ఆ నూనె పైకెగసి సూర్యాస్తమయాన్ని పాడుచేసింది. ఇక వెన్నెల కూడా పారఫిన్ కంపు!" "మేం మార్లో దగ్గర దానినుండి తప్పించుకోవడానికి ప్రయత్నించాం. పడవను వంతెన దగ్గర వదిలేసి, ఊళ్ళోకి నడిచి వెళ్లాం. వాసన మాత్రం మా వెంటనే ఉంది. ఊరు ఊరంతా నూనె వాసన!" "(ఇంతకూ వాసన వేసినవి నావికుల దుస్తులు!)"

ట్యాంకుల వెలుపలి తలంలో వ్యాపించే లక్షణం ఉండడంతో కిరోసిన్ లోహాల గుండా స్రవిస్తుందని కొందరు అనుకున్నారు.

మునిగిపోని నాణెం :

ఇది కట్టు కథల్లో కనిపించే విషయమేమీ కాదు. కొన్ని సులభమయిన ప్రయోగాలు చేస్తే ఇలాంటివి సాధ్యమేనని మీకు తెలుస్తుంది. ఒక చిన్న వస్తువు – ఒక సూదితో ప్రారంభించండి. సూది మునగకుండా ఉంటుందంటే నమ్మాలనిపించదు కదూ? అయితే ఇదేమంత కష్టంకాదు. ఒక పలచని కాగితం ముక్కను నీటిమీద ఉంచండి. పూర్తిగా పొడిగా ఉండే సూదినొకదాన్ని ఆ కాగితం మీద ఉంచండి. నెమ్మదిగా ఆ కాగితాన్ని తొలగించండి. మరో పిన్ను లేదా సూది సాయంతో కాగితాన్ని నెమ్మదిగా నీటిలోకి తోసేయవచ్చు. కాగితం బాగా తడిస్తే, అది మునిగి





చిత్రం 61.

తేలే సూది (ఎడమ) రెండు మిల్లీమీటర్ల మందం గల సూది దానివల్ల నీటిలో ఏర్పడే గాడి తాలూకు "మధ్యచ్ఛేదం" (అసలుకు రెండింతలు ప్రమాణంలో); (కుడి) కాగితం ముక్క సహాయంతో సూదిని నీటిపై తేల్చి వుంచే పద్ధతి.

పోతుంది. కానీ సూది మాత్రం తేలుతూనే ఉంటుంది. (చిత్రం 61) నీటి ఎత్తులో బయట నుంచి ఒక అయస్కాంతాన్ని కదిలిస్తూ సూదిని అటూ యిటూ కదిలించవచ్చు కూడా. కొంచెం అలవాటయితే కాగితం లేకుండానే ఈ ప్రయోగం చేయవచ్చు. సూదిని మధ్యలో పట్టుకుని, నీటికి సమాంతరంగా దగ్గరలో ఉంచి నెమ్మదిగా జారవిడవడమే! సన్నగా ఉండే గుండుసూదిగానీ, తేలికపాటి గుండీగాని, మరే చిన్న లోహపు ముక్కయినా ఈ విధంగా తేలుతుంది. ఉపాయం తెలిసిన తర్వాత నాణెంతో ప్రయత్నిస్తే సరి!

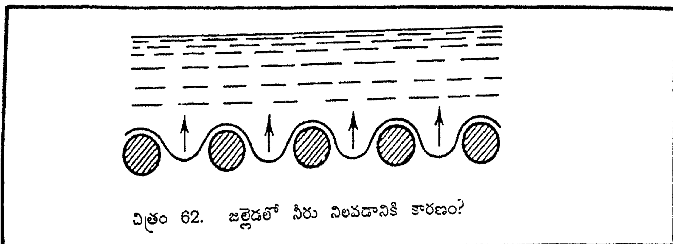
మనం చేతులతో ముట్టుకున్నందుకు ఈ లోహపు వస్తువులకు జిడ్డు అంటుకుంటుంది. నీరు ఇటువంటి జిడ్డు వస్తువులను తడపదు. అందుకే ఈ వస్తువులన్నీ నీటిమీద తేలుతాయి. తేలుతున్న సూది నీటిపై కలిగించే గుంటను కూడా మీరు గమనించవచ్చు. తన అసలు స్థానానికి రావాలని ప్రయత్నిస్తూ నీటిపైపొర సూదిని తేల్చుతుంది. సూది బరువుకు సమానమయిన నీరు తొలగించబడడం ద్వారా కూడా అది తేలుతుంది.

జల్లెడలో నీరు మోయడం :

ఇది కూడా కట్టుకథలలో మాత్రమే జరిగే సంగతేమీ కాదు. ఈ అసాధ్యపు పనిని చేయడానికి భౌతిక శాస్త్రం మనకు సాయం వస్తుంది 15 సెం.మీ వెడల్పుండి రంధ్రాలు 1 మి.మీ కన్నా తక్కువ కాకుండా ఉండే తీగ జల్లెడను తీసుకోండి. దాన్ని కరిగిన పారఫిన్ మైనంలో ముంచండి. జల్లెడమీద కనబడనంత పల్చని మైనం పొర ఏర్పడుతుంది.

జల్లెడ జల్లెడగానే ఉంటుంది. దానిలోని రంధ్రాల గుండా సూది సులభంగా

దూరుతుంది. అయితే ఇప్పుడా జల్లెడతో కావలసినంత నీరు మోయవచ్చు. జల్లెడలో నీరు జాగ్రత్తగా పోయాలి. కదిలించేటప్పుడు దాన్ని కుదుపగూడదు.



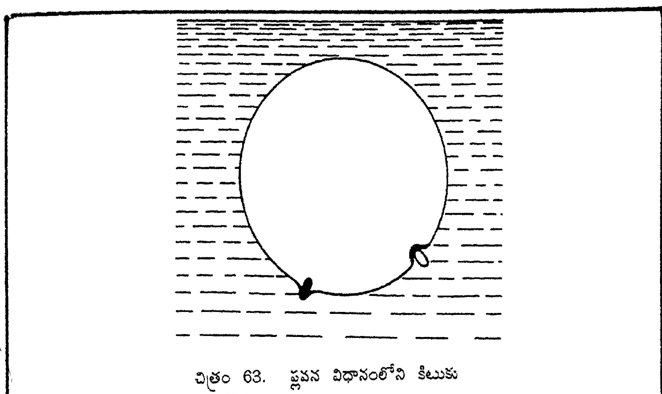
చిత్రం 62. జల్లెడలో నీరు నిలవడానికి కారణం?

జల్లెడలో నుంచి నీరు ఎందుకు కారిపోదు. పారఫిన్‌ను తడపలేక నీరు పల్చని పొరగా వ్యాపిస్తుంది. రంధ్రాలుండే చోట అది ఉబ్బులుగా వస్తుంది. ఈ నీటి పొర, పై నీటిని అడ్డుకుంటుంది. (చిత్రం 62). ఈ మైనం జల్లెడ నీటి మీద తేలుతుంది కూడా. అంటే ఈ జల్లెడతో నీరు మోయడమేగాక దీన్ని పడవగా వాడవచ్చన్నమాట!

ఎలా జరుగుతున్నాయని కనీసం ఆలోచించనుగూడా ఆలోచించని సాధారణ విషయాలెన్నింటికో ఈ ప్రయోగం విశదీకరిస్తుంది. పీపాలకు, పడవలకు వెలుపల తారుపూయడం, బిరడాలకు, మూతలకు జిడ్డుపూయడం, ఇంటిపైకప్పులకు ఆయిల్ పెయింటు పూయడం, ఇలా నీటితో తడవగూడదు, నీరు చొరకూడదనుకున్న ప్రతిచోటా చమురు పదార్థాలను వాడుకుంటాం. ఇవన్నీ ఇలాగే గుడ్డలకు రబ్బరు పూయడం వగైరాలన్నీ కూడా మైనపు జల్లెడ తయారు చేయడం లాంటివే. అయితే జల్లెడ మాత్రం మిగతా వాటికన్నా విచిత్రంగా కనబడుతుంది.

ఇంజనీర్లకు నురుగు సహాయం

గనులనుండి తీసిన ముడి ఖనిజాన్ని శుభ్రపరిచే ఒక విధానానికి తేలియాడే సూదులు, నాణాల ప్రయోగానికి పోలికలున్నాయి. ముడి ఖనిజంలో ఖనిజం పాళ్లు పెంచడానికి (అపరిశుభ్రతలను తొలగించడానికి) ఈ పద్ధతిని వాడుకుంటారు. ఇంజనీర్లు ఖనిజాలను శుద్ధి చేసేందుకు రకరకాల పద్ధతులను వాడుకుంటారు. వాటిల్లో ఈ 'ప్లవన పద్ధతి' (తేలియాడ జేసే పద్ధతి) ఉత్తమమయినది. మిగతా పద్ధతులేవీ పనిచేయని చోట కూడా ఇది పనిచేస్తుంది.



చిత్రం 63. ప్లవన విధానంలోని కిటుకు

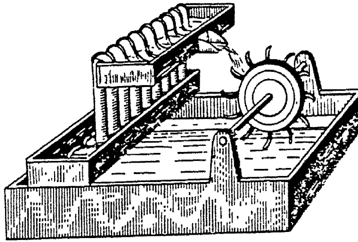
ముడి ఖనిజాన్ని మెత్తగా పొడిచేసి ఒక నీటి ట్యాంకులో కలుపుతారు. అందులో నీటితో బాటు చమురు పదార్థం కూడా కొంత ఉంటుంది. నీరు తడపలేని ఖనిజాన్ని ఈ చమురు పట్టుకుంటుంది. ఆ ట్యాంకులోకి గాలి పంపించి చిన్నచిన్న బుడగలతో కూడిన నురుగు వచ్చేలా చేస్తారు. చమురు అంటిన ఖనిజ కణాలు గాలి బుడగలకు అంటుకుని పైకి లేస్తాయి. గాలి గుమ్మటాలకు కట్టిన బట్టలు పైకి ఎగిరినట్లే ఈ కణాలు కూడా నీటి పైపొరల్లోకి చేరుకుంటాయి. చమురు అంటుకోని మట్టి నీటి అడుగుకు పడిపోతుంది. గాలి బుడగలు ఖనిజ కణాల కన్నా చాలా పెద్దవిగా ఉండి వాటిని సులభంగా పైకి చేర్చగలుగుతాయని గమనించాలి. ఈ విధంగా ఖనిజం మొత్తం నీటి పైకి తేలుతుంది. దాన్ని సేకరించి మరింత శుభ్రం చేయడానికి తీసుకు పోతారు. ఈ రకమయిన ప్లవన పద్ధతి చాలా విస్తరించింది. వివిధ ఖనిజాలను వేరు చేయడానికిగాను ఆయారకాలను బట్టి వేరువేరు చమురు పదార్థాలను కూడా నిర్ణయించారు.

ఈ పద్ధతి ఇంతకూ శాస్త్రపరిశోధనల వల్లగాక కేవలం అవకాశవశాత్తూ లభ్యమయింది గత శతాబ్దపు చివరి రోజులలో ఒక సారి, కారీ ఎవర్సన్ అనే అమెరికన్ పంతులమ్మ రాగి ఖనిజం కోసం వాడగా మకిలి పట్టిన సంచులను శుభ్రం చేయడానికి ప్రయత్నించింది. వాటిలోని ఖనిజ కణాలు సబ్బు నురుగుతో బాటు తేలియాడడం ఆమె గమనించింది. దీనితోనే 'ప్లవన పద్ధతి' ప్రారంభమయింది.

నకిలీ నిరంతర చలన యంత్రం

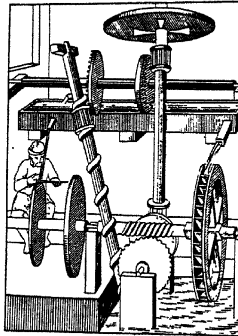
చిత్రం 64 లోని నిర్మాణాన్ని 'నిరంతర చలన యంత్రాన్ని' నిజమైన శాశ్వత చలనయంత్రంగా వర్ణించే సందర్భాలు అక్కడక్కడ కనబడతాయి. ఒక పాత్రలోని చమురు, వత్తుల ద్వారా పైనున్న మరొక పాత్రలోకి చేరుతుంది. మరి కొన్ని వత్తుల సాయంతో అది పైనుండే మరో పాత్రలోకి పోతుంది. పై పాత్రలోని గాడిలాంటి మార్గంద్వారా చమురు బయటకు ప్రవహించి, ఒక అంచుల చక్రం

మీదపడి దాన్ని తిప్పుతుంది. అలా కిందకు చేరిన చమురు వత్తుల ద్వారా తిరిగి పైకి వస్తుంది. ఆ విధంగా చమురు నిరంతరంగా చక్రం మీద పడుతూ దాన్ని నిరంతరంగా తిప్పుతూ ఉంటుందని ఉద్దేశ్యం.



చిత్రం 64. ఉత్తుత్త 'శాశ్వత చలన' యంత్రం.

ఈ యంత్రానికి రూపం పోసిన వారు దాన్ని నిజంగా నిర్మించడానికి ప్రయత్నించి ఉంటే, చమురు చక్రాన్ని తిప్పడం కాదుగదా, కనీసం పై పాత్రలోకి చేరడం కూడా జరగదని గమనించి ఉండేవారు. ఈ విషయం అర్థం చేసుకోవడానికి ఇంత యంత్రాన్ని నిర్మించవలసిన అవసరం లేనే లేదు. చమురు వత్తుల పై వంపులోనుంచి కిందకు కారుతుందనుకోవడానికి ఆధారమేమిటి? కాపిలరీ శక్తి, గురుత్వాకర్షణకు వ్యతిరేకంగా పనిచేయడం వల్ల చమురు వత్తిలో పైకెక్కుతుందన్న మాట వాస్తవమే. అయితే ఈ కాపిలరీ శక్తి మూలంగానే చమురు, వత్తుల్లోంచి కారిపోకుండా ఉంటుంది కూడా! ఒకవేళ చమురు పై పాత్రలోకి చేరిందనే అనుకున్నా, అక్కడనుంచి అదే వత్తుల ద్వారా తిరిగి కిందకు దిగుతుంది.



చిత్రం 65. సానపట్టే రాయిని తిప్పడానికి నీటితో నడిచే 'శాశ్వత చలన' యంత్రం యొక్క ప్రాచీన పంపిణీ.

1575లో ఇటాలియన్ యంత్రనిపుణుడు 'స్ట్రాడా ద ఎల్డర్' నీటితో తిరిగే ఇలాంటి మరో యంత్రాన్ని కనుగొన్నాడు. చిత్రం 65 లో దాని నమూనాను చూడవచ్చు. ఈ యంత్రం తిరుగుతూ ఉంటే నీరు ఒక అర్కిమిడీస్ మర మీదుగా పైకి చేరుతుంది. అక్కడి నుండి నీరు బొమ్మ కుడిభాగంలో కింది వైపు కనబడే చక్రం మీదపడి దాన్ని తిప్పుతుంది. ఆ చక్రం సానయంత్రాన్ని పనిచేయిస్తుంది. అదే సమయంలో వివిధ గేర్ల సాయంతో ఆర్కిమిడీస్ మరను కూడా తిప్పుతుంది. దాంట్లో నుండి నీరు పైకి చేరుతుంది. అంటే మర చక్రాన్ని తిప్పుతుంది. చక్రం మరను తిప్పుతుంది! ఈ ఏర్పాటే గనుక నిజమయేట్లుంటే, ఇంత కన్నా సులభమయింది మరొకటి కూడా వీలవుతుంది. బావి గిలక మీదనుంచి తాటిని వేసి దాని రెండు చివరలా సమానమయిన బరువులు కడితే ఒక బరువు కిందకు జారుతున్నప్పుడు రెండవ దాన్ని పైకి లాగుతుంది. అది కిందకు పోతున్నపుడు మొదటిది పైకి వస్తుంది. అంతకంటే మంచి 'నిరంతర చలనయంత్రం' ఉంటుందా?

సబ్బు బుడగలు ఊదడం :

సబ్బు బుడగలను ఎలా ఊదాలో మీకు తెలుసా? అది కనిపించినంత సులభం మాత్రం కాదు. అందమయిన బుడగలను ఊదగలగడం కూడా ఒక కళ అని, అందుకు ఎంతో అనుభవం అవసరమని తెలుసుకునే దాకా నేను కూడా అందులో గొప్పదనమేమీ లేదనే అనుకున్నాను. అయితే సబ్బుబుడగలను ఊదడం పిచ్చిపని అనిపిస్తుంది కదూ! చాలా మంది అలాగే అనుకుంటారు. కానీ భౌతిక శాస్త్రజ్ఞులు మాత్రం మరోలా అనుకుంటారు. "ఒక సబ్బు బుడగను ఊది దాన్ని గమనించండి దాన్ని జీవితకాలమంతా చూస్తూ, అందులోంచి భౌతిక శాస్త్ర పాఠాలను ఎన్నింటినో నేర్చుకోవచ్చు." అన్నారు. ప్రఖ్యాత బ్రిటిష్ భౌతిక శాస్త్రవేత్త కెల్విన్.

చాలా సన్నదయిన సబ్బుబుడగ పొరలోని ఇంద్రజాలంలాంటి వెలుగులను రంగులను చూచి, కాంతి తరంగాల నిడివిని లెక్కవేయవచ్చు. వాటిలోని బిగువు కణాల మధ్యగల బలాల చర్యలను తెలుపుతుంది. ఈ బలాలే లేకపోతే ఈ ప్రపంచం అతిసన్నని దుమ్ము మేఘంగా మిగిలిపోయి ఉండేది. ఇక్కడ ఇచ్చిన ప్రయోగాలు కేవలం సరదాకోసం, సబ్బుబుడగలను ఊదడం ఎలాగో చెప్పేందుకు మాత్రమే. వాటికి గొప్ప ఇతర ఉద్దేశ్యాలేవీ లేకపోవచ్చు. "సబ్బుబుడగలు, వాటికి రూపాన్నిచ్చే బలాలు" అనే పుస్తకంలో బ్రిటిష్ భౌతిక శాస్త్రవేత్త చార్లెస్ బాయ్స్ ఈ బుడగలతో చేయగలిగే రకరకాల ప్రయోగాలను చాలా వివరంగా వర్ణించారు. మీకు నిజంగా ఆసక్తి ఉంటే, ఆ పుస్తకం చదవమని నా సలహా.

ఇక్కడ ఇచ్చిన ప్రయోగాలు చాలా సులువయినవి. మామూలు గుడ్డలుతికే సబ్బుతో వాటిని చేయవచ్చు. స్నానపు సబ్బులు మాత్రం ఇందుకోసం అంతగా పనికిరావు. శుద్ధమయిన ఆలివ్‌నూనె, బాదం నూనెలతో చేసినసబ్బులను వాడితే పెద్దవి, అందమయినవీ బుడగలు ఊదవచ్చు. చల్లని నీళ్లలో ఒక సబ్బు ముక్కను

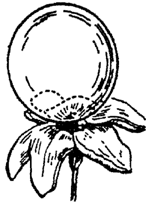
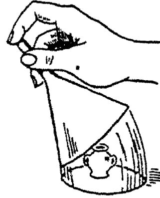
జాగ్రత్తగా కరిగించి, చిక్కని ద్రవం వచ్చేలాగా చేయండి. శుభ్రమయిన వర్షపునీరు, లేదా మంచుకరిగించిన నీరయితే చాలా ఉత్తమం. లేదంటే వాటిబదులు కాచి చల్లార్చిన నీటిని వాడవచ్చు. బుడగలు ఎక్కువసేపు నిలవాలంటే సబ్బుద్రవం మూడు పాళ్లకు, ఒక పాలు గ్లిసరిన్ కలపాలని ప్లేటో సలహా యిచ్చారు. ద్రవంమీది చిన్నచిన్న బుడగలను చెంచాతో తీసి వేయాలి. ఒక మట్టి గొట్టానికి లోపలా వెలుపలా

సబ్బుపూసి, దాని చివరను ద్రవంలో ముంచాలి. 10 సెం.మీ.ల పొడుగుండే, స్ట్రా గొట్టాలను వాడినా మంచి ఫలితం ఉంటుంది.

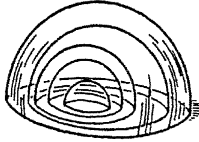
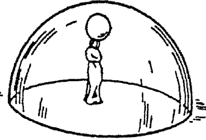
గొట్టాన్ని నిలువుగా పట్టుకుని ద్రవంలో ముంచాలి. అప్పుడు దాని మీద ద్రవం పొరగా వస్తుంది. అప్పుడు గొట్టం ఇంకో చివరను నోటిలో పెట్టి నెమ్మదిగా ఊదాలి. 10 సెం.మీ. వ్యాసం ఉండేట్లు బుడగను ఊదగలగాలి. అలా రాకపోతే మరింత సబ్బును ద్రవంలో కలపాలి. నోటిలోని వెచ్చని గాలి, గదిలోని గాలికన్నా తేలికగా ఉంటుంది.కాబట్టి నెమ్మదిగా బుడగలు పైకి లేస్తాయి. ఇంతే సరిపోదు. మరో చిన్న పరీక్ష కూడా చేసి చూడాలి. బుడగను ఊదిన తర్వాత, ద్రవంలో వేలిని ముంచి, ఆ వేలు తగలించి బుడగను చితక గొట్టడానికి ప్రయత్నించండి. బుడగ చితకకుండా ఉంటే, మిగతా ప్రయోగాలు మొదలుపెట్టవచ్చు. పగిలితే మాత్రం మరింత సబ్బు కలపాలి. ప్రయోగాలను నెమ్మదిగా, జాగ్రత్తగా చేయాలి. తొందరపాటు కూడదు. గది మంచి వెలుతురుతో నిండి ఉండాలి. లేకపోతే బుడగల్లోని రంగులు కనబడవు. ఇప్పుడిక కొన్ని సరదా ప్రయోగాలు.

(1) బుడగలో పువ్వు:- ఒక ప్లేటులోగాని, పళ్లెంలోగాని సబ్బుద్రవాన్ని మూడు మిల్లీమీటర్ల లోతువరకు పోయండి. దాని మధ్యలో ఒక పువ్వు, లేదా చిన్న పాత్రనొకదాన్ని పెట్టి గాజు గరాటుతో కప్పండి. దాని గొట్టం గుండా నెమ్మదిగా ఊదుతూ గరాటును మెల్లగా పైకెత్తండి. బుడగవస్తుంది. అది బాగా పెద్దదయిన తర్వాత చిత్రం 66 లో చూపినట్లు గరాటును పక్కకు వంచి తీసేయండి. పువ్వు లేదా పాత్ర అందమయిన, అర్ధగోళాకారంలో రంగులతో మిలమిల మెరుస్తున్న బుడగలో ఉంటుంది. ఒక చిన్న బొమ్మను ఇలాగే లోపల నిలబెట్టి దాని తలమీద బుడగ కిరీటం ఏర్పాటు చేయవచ్చు (చిత్రం 66). అలా చేయాలంటే పెద్ద బుడగ ఊదకముందే బొమ్మతలమీద కొంచెం సబ్బునీరు ఉంచాలి. తర్వాత పెద్ద బుడగ గుండా ఒక గొట్టాన్ని లోపలికి దూర్చి చిన్న బుడగను ఊదాలి.

(2) ఒక దానిలో ఒకటిగా బుడగలు:- (చిత్రం 66) ఇంతకు ముందు ప్రయోగంలో లాగే గరాటుల సాయంతో ఒక పెద్ద బుడగ ఊదండి. అప్పుడొక గొట్టం తీసుకుని అందులో చాలా భాగాన్ని సబ్బునీటిలో ముంచండి. ఊదే చివరమాత్రం పొడిగా ఉంటే చాలు. అప్పుడు గొట్టాన్ని నెమ్మదిగా పెద్ద బుడగలోకి గుచ్చాలి. లోపల మరో బుడగను ఊది నెమ్మదిగా గొట్టాన్ని పైకి ఎత్తాలి. అయితే దాన్ని పెద్ద బుడగ బయటకు మాత్రం రానీయకూడదు. అలాగే రెండవ బుడగలో మరో బుడగ, అందులో ఇంకొకటి, అలా దొంతర బుడగలను ఊదండి.

చిత్రం 66. సబ్బు బుడగలు.

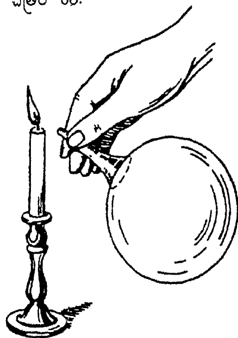


చిత్రం 67. సబ్బు బుడగకు స్థూపాకారం కలిగించడం.

(3) స్థూపాకారం గల బుడగ:- (చిత్రం 67) ఇందుకోసం మీకు రెండు తీగ రింగులు కావాలి. వాటిలో ఒకదాని మీదకు మామూలుగా గుండ్రని బుడగను ఊదండి. అప్పుడు మరొక రింగు తీసుకుని, దాన్ని తడిపి బుడగ పైభాగాన తగిలించండి. పై రింగును నెమ్మదిగా పైకెత్తుతూ బుడగకు స్థూపాకారాన్ని కలుగజేయండి. పైరింగును, ఆ రింగు చుట్టుకొలత కన్నా ఎక్కువ ఎత్తుకు ఎత్తితే, బుడగ సిలిండరులోని సగ భాగం కుంచించుకు పోతుంది. మరో సగం మాత్రం ఉబ్బి బుడగ రెండింటిగా విడిపోతుంది. సబ్బు బుడగ గోడలు నిరంతరం బిగువుగా ఉంటాయి. ఆ పొర లోపలి గాలిని ఒత్తుతూ ఉంటుంది. బుడగ ఉండే గరాటు

కొమ్మను, దీపం మంటకు చేరువగా తీసుకుపోతే బుడగలోగల బలం కొంచెమేమీ కాదని తెలుస్తుంది. దీపం మంట ఒక పక్కకు ఒరుగుతుంది. (చిత్రం 68).

చిత్రం 68.



సబ్బు బుడగ "గోడల" పీడనం వల్ల వెలుపలికి వచ్చే గాలి మంటని ఆడిస్తుంది

సబ్బు బుడగలు వెచ్చని గదిలో నుండి, మరో చల్లని గదిలోకి తేలిపోతుంటే చూడడం సరదాగా ఉంటుంది. బుడగ బాగా చిన్న బడుతుంది. అదే చల్లని చోటునుండి వెచ్చని చోటికి వస్తే, పెద్దదవుతుంది. లోపలి గాలి సంకోచ వ్యాకోచాలకు గురికావడం వల్ల ఇలా జరుగుతుంది.

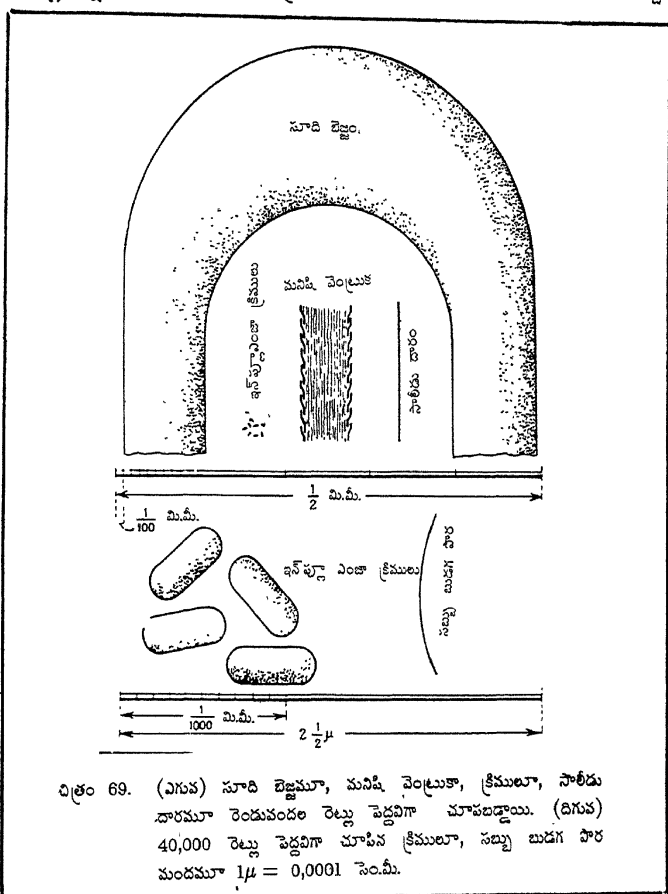
మంచు ప్రదేశంలో ఆరుబయట -15° సెం. ఉష్ణోగ్రత ఉండే చోట 1000 ఘనపు సెంటి మీటర్ల పరిమాణం గల బుడగను ఊది, దాన్ని గదిలో 15° సెం. వెచ్చదనం ఉండేచోటుకి చేరవేస్తే, దాని పరిమాణం సుమారు 110 ఘ.సెంమీ.లు పెరుగుతుంది. $(1000 \times 30 \times \frac{1}{273})$.

బుడగలు చాలాకాలం నిలబడవని అనుకుంటారు. జాగ్రత్తగా గనుక ఉంచితే బుడగలను కనీసం పదిరోజుల దాకా నిలవబెట్టవచ్చు. గాలి ద్రవీకరణ గురించి పరిశోధించి ఖ్యాతి గాంచిన, బ్రిటిష్ భౌతిక శాస్త్రజ్ఞుడు డ్యూవర్, గాలి బుడగలను ప్రత్యేకమయిన సీసాల్లో ఉంచి, వాటికి దుమ్ము, పొడిదనం, దెబ్బలు తగలకుండా ఏర్పాటు చేసి, వాటిని నెల, అంతకు పైగా నిలవ ఉంచారు. అమెరికన్ దేశస్థుడు లారెన్స్ బుడగలను గంటజాడీ కింద సంవత్సరాల తరబడి ఉంచారు.

అన్నిటికన్నా పల్చనిది :

మామూలు కంటితో చూడగలిగిన చాలా పల్చని పదార్థాలలో సబ్బుబుడగ గోడపొర ఒకటని చాలా మందికి తెలియకపోవచ్చు. పల్చదనానికి మనం అలవాటు

కొద్దీ చెప్పే ఉదాహరణలు, దీనితో పోల్చిచూస్తే చాలా మందమైనవి. 'వెం(టుకంత సన్నం', 'ఉల్లి పొర కాగితమంత పల్చన' అనడం మనకు అలవాటు. వాటితో సమానమయిన వస్తువేదయినా, వాటిలో 5,000 వ వంతు మాత్రమే మందం గల సబ్బుబుడగ గోడతో పోలిస్తే చాలా మందమయినవిగా లెక్క. మనిషి వెం(టుకను 200 రెట్లు పెంచి చూస్తే సుమారు ఒక సెంటిమీటరు మందం ఉంటుంది. అదే, సబ్బు బుడగ పొరను అన్నేరెట్లు పెంచి చూస్తే కూడా, అదింకా కంటికి కనబడదు. దాన్ని మరో 200 రెట్లు పెంచితే అప్పుడది కంటికి చాలా పల్చని పొరగా కనబడుతుంది. వెం(టుకను గనుక 40,000 రెట్లు పెంచితే, రెండు మీటర్లకన్నా మందమవుతుంది. చి(తం 69 లో ఈ విషయాలను గమనించవచ్చు.



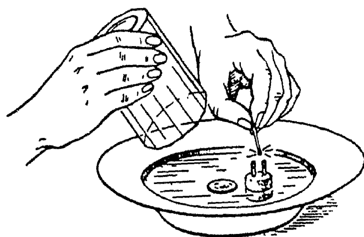
చి(తం 69. (ఎగువ) సూది బెజ్జమూ, మనిషి వెం(టుకా, క్రిములూ, సాలీడు దారమూ రెండువందల రెట్లు పెద్దవిగా చూపబడ్డాయి. (దిగువ) 40,000 రెట్లు పెద్దవిగా చూపిన క్రిములూ, సబ్బు బుడగ పొర మందమూ $1\mu = 0{,}0001$ సెం.మీ.

వేలిని తడపనవసరం లేకుండా . . .

ఒక పెద్ద ప్లేటును తీసుకుని అందులో ఒక నాణాన్ని ఉంచండి. నాణెం మునిగేదాకా నీరు పోయండి. అప్పుడు వేళ్లు తడవకుండా నాణాన్ని పైకి తీయమని మీ మిత్రులను అడగండి. అసాధ్యమనిపిస్తుంది కదూ?

కొంత కాగితం, ఒక గ్లాసు వాడుకుంటే ఈ పనిని సులభంగా చేయవచ్చు. కాగితం ముక్కను మండించి, అది ఇంకా మండుతూ ఉండగానే గ్లాసులో వేయండి. గ్లాసును త్వరగా ప్లేటులోని నాణెం పక్కన బోర్లించండి. పేపరు ఆరిపోతుంది గ్లాసులో పొగ నిండుతుంది. అప్పుడు ప్లేటులోని నీరు గ్లాసులోకి చేరుతుంది. కాసేపు ఆగితే నాణెం మీది తడి ఆరుతుంది. అప్పుడు వేళ్లు తడవకుండానే ప్లేటు లోంచి నాణాన్ని పైకి తీయవచ్చు.

నీటిని గ్లాసులోకి పీల్చి, అక్కడే ఒక ఎత్తుకు పట్టి ఉంచిన బలం ఏమిటి?_అది వాతావరణ పీడనం. మండుతున్న కాగితం గ్లాసులోని గాలిని వేడెక్కించింది. దాని ఒత్తిడి ఎక్కువయి, కొంత గాలిలోనుంచి బయటకు పోయింది. మంట ఆరిపోగానే, గాలి చల్లబడింది. ఒత్తిడి తగ్గిపోయింది. బయటిగాలిలో గల ఒత్తిడి, ప్లేటులోని నీటిని గ్లాసులోకి తోసింది. ఈ ప్రయోగాన్ని చిత్రం 70 లో చూపినట్లు బిరడాలో గుచ్చిన అగ్గిపుల్ల సాయంతో (కాగితానికి బదులు) కూడా చేయవచ్చు.



చిత్రం 70. వేళ్లు తడవకుండా నాణెం తీసే పద్ధతి.

ఈ ప్రయోగాన్ని తొలిసారిగా చేసి, విశదీకరించినవారు క్రీ. పూ. మొదటి శతాబ్దంలో బైజాంటియంలో జీవించిన 'ఫిలో' అనే పరిశోధకుడు. అయితే ఈ ప్రాచీనమయిన ప్రయోగానికి తప్పుడు అర్థం చెపుతున్నవారు ఇప్పటికీ ఉన్నారు. మంటవల్ల గ్లాసులోని 'ఆక్సిజన్' హరించుకు పోయిందని, అందువల్ల గ్లాసులో ఖాళీ ఏర్పడిందని వారు అంటారు. అయితే ఇది పూర్తిగా అబద్ధం. గ్లాసులోకి నీరు, గాలి వేడెక్కడం వల్ల చేరుతుంది. అంతేగాని మండిన కాగితం ఆక్సిజన్‌ను

పీల్చినందువల్ల మాత్రం కానేకాదు. ఈ విషయాన్ని సులభంగానే పరీక్షించవచ్చు. కాగితాన్ని మండించనవసరం లేకుండా, గ్లాసులో మరిగే వేడినీటిని పోసి దాన్ని వెచ్చజేయండి. అప్పుడు కూడా నీరు గ్లాసులోకి వస్తుంది. కాగితానికి బదులు, ఆల్కహాలులో ముంచిన దూదిని మండిస్తే, అది మరింత సేపు మండి, గ్లాసును మరింత వేడెక్కిస్తుంది. అప్పుడు నీరు గ్లాసులో ఇంచుమించు సగం ఎత్తువరకు లేస్తుంది. వాతావరణంలోని గాలిలో ఆక్సిజన్ కేవలం అయిదవ వంతు మాత్రమేనని గమనించాలి. చివరగా, గాలిలో ఆక్సిజన్‌తో బాటు, కార్బన్ డై ఆక్సైడ్, నీటి ఆవిరికూడా గాలిలో ఉంటాయి. ఆక్సిజన్ మండిన తర్వాత కూడా కార్బన్ డై ఆక్సైడ్ నీటిలో కరుగుతుంది. నీటి ఆవిరి ఆక్సిజన్ స్థానంలో కొంతవరకయినా ఉంటుంది.

మనం ఎలా ద్రవాలను తాగుతాము?

ఇది కూడా ఒక సమస్యేనా? గ్లాసునో ద్రవం నిండిన చెంచానో నోటిదగ్గరకు తీసుకువస్తాము. పీల్చేస్తాము. ఇది మనకు బాగా అలవాటయిన, సులువైన సంగతి. నిజమే, కానీ ద్రవాలు ఎందుకు మన నోట్లోకి తోసుకువస్తాయి? దేనివల్ల అలా జరుగుతుంది? మనం తాగేటప్పుడు, మన ఊపిరితిత్తులు పెద్దవవుతాయి. కాబట్టి నోటిలో గాలి తగ్గిపోతుంది. బయటి గాలిలో ఒత్తిడి, ద్రవాన్ని, ఒత్తిడి తక్కువగా ఉండే చోటికి, అంటే మన నోటిలోకి తోస్తుంది. అందుకే అది నోట్లోకి తోసుకువస్తుంది. అదే పీల్చడమంటే! ఒక దానికొకటి సంబంధం, దారి ఉండే పాత్రలో ఒక దాంట్లో గాలి తగ్గించితే అక్కడ కూడా ఇదే జరుగుతుంది. ఆ పాత్రలో నీరు వాతావరణ పీడనం వల్ల పైకి లేస్తుంది. నీటి సీసా మూతిని పూర్తిగా నోటితో కప్పేసి తాగడానికి ప్రయత్నిస్తే, నీరు లోనికి రాదు. నోటిలోని ఒత్తిడి, సీసాలోని ఖాళీ జాగాలో ఒత్తిడి సమానం కావడం వల్ల ఇలా జరుగుతుంది. అంటే, నిజంగా చెప్పాలంటే మనం కేవలం మననోటితోనేగాక, ఊపిరితిత్తులను కూడా వాడి తాగుతామన్నమాట. ఊపిరి తిత్తులు వ్యాకోచించకపోతే, ద్రవాలు నోట్లోకి రానేరావు.

మంచి గరాటా :

గరాటు నుపయోగించి సీసాల్లోకి ద్రవాలను పోసేవారికి, అప్పుడప్పుడు గరాటును పైకి ఎత్తకపోతే ద్రవం కిందకు జారడం ఆగిపోతుందని తెలిసే ఉంటుంది. సీసా లోపలి గాలి బయటకు పోయేందుకు దారి దొరకదు. అందుకని గరాటులోని ద్రవం నిలబడిపోతుంది; కొంచెం ద్రవం కిందకు జారుతుంది. ఈ ద్రవం పీడనం వల్ల లోపలి గాలిపీడనం కూడా ఎక్కువవుతుంది. దీనితో ద్రవం ఆగిపోతుంది. గరాటును కొంచెం పైకెత్తితే, ఒత్తిడి పెరిగిన లోపలి గాలి బయటకు పోవడానికి దారి ఏర్పడుతుంది. అప్పుడు ద్రవం మళ్లీ కిందకు జారుతుంది. కాబట్టి, మంచి గరాటును

తయారు చేయాలంటే దాని గొట్టం వెలుపల వైపు గాడులు ఉండేలా ఏర్పాటు చేయాలి. దానితో సీసా మూతలో గరాటు బిగుసుకు పోకుండా ఉంటుంది గనుక ద్రవం ఆగకుండా సీసాలో పడుతుంది.

ఒక టన్ను కర్ర, ఒక టన్ను ఇనుము :

ఏది ఎక్కువ బరువు? టన్ను కర్రా, లేక టన్ను ఇనుమా? ఇనుమే బరువని కొందరు ఆలోచించకుండా జవాబు చెబుతారు. దాంతో నవ్వు పుడుతుంది. కాదు కర్ర బరువు ఎక్కువని చెబితే, మరింత పగలబడి నవ్వుతారేమో! ఇది అర్థంలేని విషయంగా, ఆశ్చర్యకరంగా అనిపిస్తుంది. గానీ పచ్చి నిజం!

ఆర్కిమిడీసు సూత్రం ద్రవాలకే గాక వాయువులకు గూడా వర్తిస్తుందనే విషయం ఇక్కడ చాలా ముఖ్యం. గాలిలో, ప్రతి వస్తువు తను తొలగించిన గాలి బరువుకు సమానమయిన బరువును కోల్పోతుంది. కర్ర, ఇనుము కూడా కొంత బరువును కోల్పోతాయి. వాటి నిజమయిన బరువును తెలుసుకోవాలంటే ఈ నష్టాన్ని కూడా లెక్కించాలి. అంటే కర్ర బరువు ఒక టన్నుతో బాటు, తాను తొలగించిన గాలి బరువును కూడా కలపాలి. ఇనుము విషయంలోనూ ఇంతే. అయితే ఒక టన్ను కర్ర, టన్ను ఇనుము కన్నా చాలా ఎక్కువ జాగాను, ఇంచుమించు 15 రెట్లు చోటును ఆక్రమిస్తుంది. కాబట్టి దాని బరువు ఇనుము బరువు కన్నా ఎక్కువ. అంటే గాలిలో ఒక టన్ను తూగే కర్ర యొక్క నిజమయిన బరువు, అదే గాలిలో టన్ను తూగే ఇనుము యొక్క నిజమయిన బరువుకన్నా ఎక్కువ అని చెప్పవలసి ఉంటుంది.

టన్ను ఇనుము 1/8 ఘనపు మీటర్ల పరిమాణాన్ని, టన్ను కర్ర కనీసం 2 ఘనపు మీటర్ల పరిమాణాన్ని కలిగి ఉంటుంది కాబట్టి అవి తొలగించిన గాలిలో వ్యత్యాసం కనీసం 2.5 కి. గ్రా.లయినా ఉంటుంది. అంటే కర్ర, ఇనుము కన్నా ఇంత బరువు ఎక్కువగా ఉంటుదన్నమాట!

బరువులేని మనిషి :

గాలిలోన ఈకలాగ, ఈకకన్నా తేలికయి, నిజానికి గాలికన్నా తేలికయి, తేలిపోతూ ఆకాశంలోకి ఎగసి, హాయిగా ఆడుకోవాలని, పిల్లలు, పెద్దలూ అందరూ కలలు గంటారు. (నిజానికి ఈక గాలి కంటే వందల రెట్లు బరువయినది. అందుకే అది తేలియాడుతుందే తప్ప ఎగరదు. ఆ తేలడం కూడా దాని వెడల్పు వల్లనే. దాని బరువు కన్నా, అది ఎదుర్కొనే వాతావరణ పీడనం ఎక్కువ కావడం వల్లనే!) అయితే ఈ రకపు కలలు గనే వారంతా, తాము గాలికన్నా బరువుగా ఉన్నారు గాబట్టే అటూ ఇటూ సులభంగా నడవగలుగుతున్నారన్న సంగతి మరచిపోతుంటారు.

టారిసెల్లి ఒకప్పుడు 'మనం గాలి సముద్రం అట్టడుగున జీవిస్తున్నాం' అన్నారు.

మనం ఉన్నట్లుండి వెయ్యవ వంతుకు తేలికయి, అంటే గాలికన్నా తేలికయి పోతే, తప్పకుండా ఈ సముద్రపుపై అలలకు చేరుకుంటాము. మనం మైళ్ళ ఎత్తుకు ఎగిసిపోయి, మన శరీరంతో సమమయిన సాంద్రత గల గాలి ఉండే చోటికి చేరుకుంటాం. కొండల మీద, చెట్ల మీద ఎగరాలనుకున్న కల, కల్ల అవుతుంది. గురుత్వాకర్షణ అనే శక్తి నిలిచి తప్పించుకుంటామేమో గాని, గాలి తరగలనే బలాలకు చిక్కి పోతాము కూడా!

ఒక లావుపాటి మనిషి, సన్నబడాలనుకున్న సంగతి గురించి హెచ్.జి. వెల్స్ ఒక కథ రాశారు. కథ చెబుతున్న మనిషి దగ్గర, బరువు తగ్గించే ఔషధం ఉంటుంది. లావుపాటి మనిషి ఆ ఔషధాన్ని పద్ధతిగా తయారుచేసి తాగాడు. అయితే ఇలా జరిగింది:

చాలా సేపటి వరకు తలుపులు తెరుచుకోలేదు.

తాళం తిరుగుతున్న చప్పుడు వినిపించింది. "లోపలికి రండి!" పైక్రాఫ్ట్ గొంతు కూడా వినిపించింది. హేండిల్ తిప్పి తలుపు తెరిచాను. పైక్రాఫ్ట్ ఎదురుగా కనబడతాడని అనుకున్నాను. కానీ, అతను ఎదురుగా లేడు!

నాకు జీవితంలో ఇంత షాక్ కలగలేదు. అతని గదంతా చిందర వందరగా ఉంది. ప్లేట్లు, గిన్నెలు, పుస్తకాలు, రాతవస్తువులు కలగలుపుగా, తిరగబడిన కుర్చీలు, కానీ పైక్రాఫ్ట్ మాత్రం ----

"ఏం ఫరవాలేదు! ఏమండీ! తలుపు మూయండి!" అన్నాడతను. అప్పుడు నేనతనిని కనుగొన్నాను.

అతను అక్కడ, తలుపు దగ్గర మూలన, పైకప్పుకు అంటుకుని ఉన్నాడు. అతన్ని ఎవరో అక్కడ జిగుర్తు పెట్టి అతకబెట్టినట్లు ఉంది. అతని ముఖంలో ఆత్రం, కోపం కొట్టొస్తున్నాయి. అతను ఒగరుస్తూ, సంజ్ఞలు చేశాడు. "తలుపు మూసేయండి" "ఆ ఆడది నన్ను చూసిందంటే .....!

నేను తలుపు మూశాను. అతనికి కాస్త దూరంగా నిలబడి, తేరిపార జూశాను.

"ఏదైనా జరిగి కింద బడితే ఎముకలు విరుగుతాయి, పైక్రాఫ్ట్" అన్నాను.

"అలా జరిగినా బాగుండును!' అన్నాడతను.

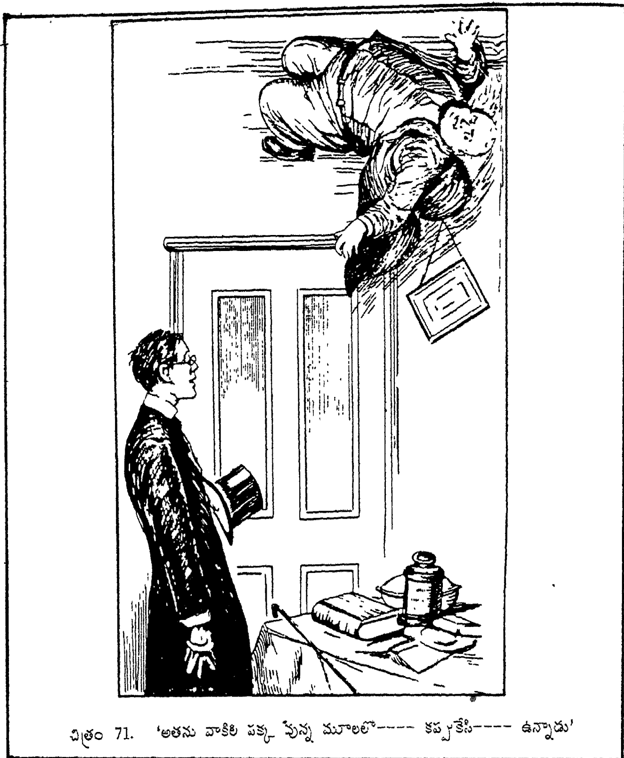
"ఈ వయసులో, ఈ భారీకాయంతో ఏమిటా పిల్లచేష్టలు---"

"అపు!" చాలా బాధతో చూశాడతను.

"నేను చెపుతున్నాను!" అతను సంజ్ఞ చేశాడు.

"ఇంతకు నీవు ఆపైన ఎలా నిలవగలిగావు?" అన్నాను నేను.

ఇంతలో నాకు, హఠాత్తుగా, అతనేమీ పట్టుకోలేదన్న విషయం తోచింది. అతనక్కడ తేలియాడుతున్నాడు, గాలి బుడగలాగ. అతను అక్కడినుంచి తప్పించుకొని గోడవెంట పాకి కిందకు రావడానికి ప్రయత్నించసాగాడు.



చిత్రం 71. 'అతను వాకిలి పక్క వున్న మూలలో---- కప్పుకేసి---- ఉన్నాడు'

"అంతా నీ మందు మహిమ - నీ గొప్ప మందు -----"అతను ఒగరుస్తున్నాడు అలా మాట్లాడుతూ అతను అజాగ్రత్తగా ఒక పటం ఫ్రేమును పట్టుకున్నాడు. అది చేతిలోంచి తప్పి పోయింది. అతను తిరిగి పైకప్పుకు చేరుకున్నాడు. పటం మాత్రం కింద సోఫా మీద పడి ముక్కలయింది. అతను వెళ్ళి పైకప్పుకు కొట్టుకున్నాడు. అతని శరీరపు ఒంపులన్నింటి మీద తెల్లరంగు ఎందుకు ఉందో నాకు అప్పుడు అర్థమయింది. అతను మళ్ళీ మరోటి పట్టుకుని కిందకు దిగడానికి ప్రయత్నం మొదలు పెట్టాడు.

ఆ లావు పాటి మనిషి, విచిత్రమయిన అకారం, తలక్రిందులయి గోడలను పట్టుకుని కిందకు దిగడానికి ప్రయత్నించడం, చాలా విచిత్రమయిన దృశ్యంగా ఉంది.

"నువ్వు రాసి ఇచ్చిన ఆ మందు చీటీ--చాలా బాగా పనిచేసింది"

'ఎలాగేమిటి'?

"బరువు - అంతా పోయింది"

అప్పుడు నాకంతా అర్థమయ్యింది.

"అయ్యో! ప్రైక్రాఫ్ట్! నీకు కావలసింది లావు తగ్గడం, నువ్వేమో ఎప్పుడూ బరువు బరువు అంటూ వచ్చావు"!

ఎందుకో నాకు బలే సంతోషం వేసింది. ఈసారి ప్రైక్రాఫ్ట్ నాకు బలే బాగనిపించాడు.

"ఏదీ! కాస్త సాయం చేయనీ" అంటూ అతని చేయిపట్టుకుని కిందకు లాగాను. అతను కాళ్ళు తన్నడం మొదలుపెట్టాడు. ఎక్కడయినా పట్టు దొరుకుతుందేమోనని! గాలి బాగా వీస్తున్న రోజున జెండా పట్టుకున్నట్లుంది.

"ఆ బల్ల బాగా చేవగలది. బాగా బరువయింది కూడా! నన్ను గనక దాని కిందకు చేర్చారంటే! ----! అతను చూపించాడు.

నేను అలాగే చేశాను. అతను బల్ల కింద గాలిబుడగ లాగ తేలనారంభించాడు. నేను పక్కనే నిలబడి మాట్లాడుతున్నాను.

"ఒకటి మాత్రం తేలిపోయింది. మీరు గనక ఇంట్లో నుంచి బయటకు బయలు దేరారంటే గాలిలో పైకి ఎగిరిపోతారు."

అతనికి తన ఈ కొత్త పరిస్థితిని అలవాటు చేసుకోవాలని నచ్చజెప్పాను. వ్యవహారం నిజంగా అర్థముండే చోటుకు చేరుకుంది. అతను తన చేతులతో పైకప్పు మీద నడవడం నేర్చుకోవచ్చునని నేనన్నాను

"నేను నిద్రపోవడం వీలుగాదు!" అన్నాడతను.

అయితే అదేమంత కష్టం కాదు. అది సాధ్యమేనన్నాను నేను. ఒక తీగమంచం కింద ఆ ఏర్పాటు చేయాలి. పరుపు వగైరా దానికి పట్టీలతో కట్టాలి. దుప్పటి వగైరాలను పక్కన బొత్తాలతో పట్టిపెట్టాలి. దీనికతను ఇంట్లో పనిమనిషికి అంతా చెప్పవలసిన అవసరం ఉంటుంది. అతను కాసేపు వాదించి చివరకు అందుకు ఒప్పుకున్నాడు. (ఆ తర్వాత ఆ పనిమనిషి ఈ తలక్రిందులు పనులన్నీ చాలా మామూలుగా, అందంగా చేయడం కన్నులపండుగగా ఉంది) అతను గదిలో ఒక నిచ్చెన ఏర్పాటు చేసుకోవచ్చు. అతని తిండి వగైరాలన్నీ పుస్తకాల అలమర మీద పెట్టాలి. అతను కావాలనుకున్నప్పుడు నేల మీదకు దిగిరావడానికి ఏర్పాటును కూడా మేము చాలా తెలివిగా కనుగొన్నాము. అతను ఎన్‌సైక్లోపీడియా బ్రిటానికా గ్రంథాల ఇటీవలి ప్రతిని అలమరపై అరలో ఉంచాలి. వాటిలో రెంటిని బయటకు లాగి చంకన పెట్టుకుంటే చాలు. అతను కిందకు వచ్చి వాలుతాడు- గదిలో తక్కువ ఎత్తులో అతను అటూ ఇటూ తిరగడానికి వీలుగా గదిగోడల మీద ఇనుప పట్టీలను ఏర్పాటు చేయాలి. (అప్పుడు నాతెలివి మరింత వెలిగిపోయింది!) నేను, చలికాచుకునే పొయ్యి పక్కన కూచుని, అతని విస్కీ తాగుతున్నాను, అతను మాత్రం పైకప్పు మీద, అతని అభిమాన మూలలో తేలుతున్నాడు. పైకప్పుకు ఒక టర్కీ తివాచీని అతికిస్తున్నాడు. అప్పుడా ఆలోచన నా మెదడులో మెరిసింది! "ప్రైక్రాఫ్ట్! ఇదంతా అనవసరం!"

"నేను నా ఆలోచన గురించి ఇంకా తేల్చుకోకుండానే అరిచేశాను. "లోపలి గుడ్డల్లో సీసం!

అతనికి పాపం కళ్ళలో నీళ్ళొచ్చేశాయి. "అలా మళ్ళీ నేను సరిగా నిలబడగలనా!"

ఆలోచనకు అంతం లేకుండానే నేనతనికి వివరాలు చెప్పసాగాను "సీసపు పలకలను కొంటే సరి. దాన్ని గుండ్రని బిళ్ళలుగా కొట్టించాలి. వాటిని నీ లోపలి దుస్తుల నిండా కుట్టించాలి. బూట్ల అడుగున కూడా సీసం పలక, సంచీ నిండా సీసం పట్టుకుని నడువు. ఇక బాధే ఉండదు. ఇక్కడ బందీగా ఉండేకన్నా, ఎక్కడికయినా వెళ్ళిపోవచ్చు ప్రయాణం కూడా చేయవచ్చు!

అంతకంటే ఆనందకరమయిన ఆలోచన నాకు కలిగింది. "పడవ మునిగిపోతుందని కూడా మీరు భయపడనవసరంలేదు. మీరు చేయవలసిందల్లా, కొన్ని దుస్తులను వదిలివేయడమే. అవసరమయిన వస్తువులను మాత్రం చేతిలోకి తీసుకోవాలి. గాలిలో తేలుతూ ఉండవచ్చు!"

మొదటిసారి చూచినపుడు ఇదంతా భౌతికశాస్త్ర సూత్రాలకు అనుగుణంగా ఉన్నట్లే అనిపిస్తుంది. అయితే ఆక్షేపణలు కూడా ఉన్నాయి.

మొదటిది, పైక్రాఫ్ట్ నిజంగా బరువు కోల్పోయినా, పైకి మాత్రం ఎగిరేవాడు కాదు. ఆర్కిమిడీస్ సూత్రాలన్నీ గుర్తుకు తెచ్చుకోండి. అతని దుస్తులు, అతని జేబులోని వస్తువులు అన్నీ కలిపి అతని భారీ శరీరం తొలగించిన గాలి కన్నా తక్కువ బరువుంటేనే ఇలా ఎగరడం వీలవుతుంది.

ఇలా తొలగించబడిన గాలి బరువును సులభంగానే లెక్కవేయవచ్చును. మన బరువు, ఇంచుమించు ఇదే పరిమాణం గల నీటికి సమంగా ఉంటుంది. అది 60 కి.గ్రా. అనుకుందాం. మామూలు గాలి నీటి కన్నా 770 రెట్లు సాంద్రత తక్కువ ఉంటుంది. అంటే మనం తొలగించే గాలి బరువు 80 గ్రాములు మాత్రమే ఉంటుంది. పైక్రాఫ్ట్ ఎంత లావుపాటి మనిషయినా 100కి.గ్రాల కంటే ఎక్కువమాత్రం బరువు ఉండడు. అంటే అతనివల్ల 130 గ్రాములకన్నా ఎక్కువ బరువుగల గాలి తొలగదు. అతని సగటు, బూట్లు, గడియారం, పర్సు మిగతా వస్తువులన్నీ కలిసి ఇంతకంటే ఎక్కువ బరువు ఉంటాయనేది అనుమానం లేని విషయం. అటువంటప్పుడు ఆ లావుపాటి మనిషి నేలమీదే ఉండి పోతాడు. అయితే అతను నిలకడ లేకుండా వణికి పోతూ ఉండవచ్చు. కానీ, బెలూనులాగ పై కప్పుకు మాత్రం చేరుకోడు. అతను గుడ్డలన్నీ విప్పేసి దిసమొలగా ఉంటేగాని అలా జరగదు. గుడ్డలేసుకుని ఉంటే బెలూనుకు కట్టినట్లు ఉంటాడు. ఏ చిన్న ప్రయత్నంలోనైనా, అంటే కాస్త ఎగిరితే చాలు గాలిలోకి తేలిపోతాడు. నెమ్మదిగా మళ్ళీ దిగుతాడు. అయితే ఇవన్నీ జరగాలంటే గాలులు మాత్రం వీచకూడదు.

"నిరంతరంగా నడిచే" గడియారం :

నిరంతర చలన యంత్రాలను గురించి, వాటిని తయారు చేయనెంచిన వారి

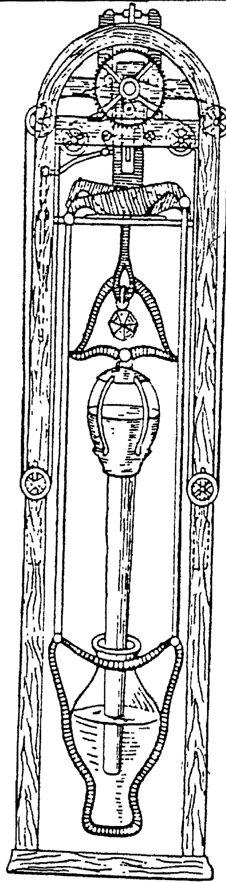
వైఫల్యం గురించి మనకు ఇంతకు ముందే తెలుసు. ఇప్పుడు నేను ఒక "ప్రసాదిత శక్తి" యంత్రం గురించి చెప్తుతాను. అది మనుషుల ప్రమేయం లేకుండా, ప్రకృతిలోని అనంత శక్తి నుండి చలన శక్తిని గ్రహిస్తూ నిరంతరం పనిచేస్తుంది.

పాదరసంతో పనిచేసేదిగానీ, మరోరకం గానీ, భారమితిని అందరూ చూసే ఉంటారు. పాదరసం రకంలో వాతావరణ పీడనంలో మార్పులను అనుసరించి పాదరసం పైకి కిందకు కదులుతుంది. అర్ధ్రిరకంలో కూడా వాతావరణ పీడనం వల్లనే సూచిక కదులుతుంది.

ఈ విషయాన్ని ఆధారంగా, 18 వ శతాబ్ది పరిశోధకుడు ఒకతను, తనంతకు తానే నిరంతరం పనిచేసే గడియారాన్ని కనుగొన్నాడు. దాన్ని విఖ్యాత బ్రిటిష్ ఖగోళ శాస్త్రవేత్త, యంత్ర శాస్త్రవేత్త జేమ్స్ ఫెర్గ్యుసన్ 1774 లో చూచాడు. దాన్ని అతను ఇలా వర్ణించాడు "నేను ఆ గడియారాన్ని చూచాను. అందులో విచిత్రంగా అమర్చిన ఒక భారమితిలోని పాదరసం నిరంతరం పడుతూ, పైకెగుస్తూ ఉండడం వల్ల అది నడుస్తుంది. అలా సమీకృతమవుతున్న చలన శక్తి గడియారాన్ని భారమితి తీసేసినా అది ఒక సంవత్సరంపాటు నడిపేందుకు సరిపోయేదిగా ఉంది గాబట్టి, అది ఎప్పుడయినా ఆగిపోతుందేమోననుకోవటానికి అస్కారమే లేదు. నిర్మొహమాటంగా చెప్పాలంటే, నేను పరీక్షించిన ఈ గడియారం, నేను చూసిన యంత్ర నిర్మాణాలన్నింటిలోకి గొప్పది. దాని డిజైను, పనిచేసే తీరు అన్నింటికన్నా మిన్నగా ఉన్నాయి".

దురదృష్టవశాత్తు ఈ గడియారం దొంగిలించబడింది. ఆ తర్వాత అది ఏమయిందో ఎవరికీ తెలియదు. అదృష్టవశాత్తు ఫెర్గ్యుసన్ ఆ గడియారం బొమ్మలను కొన్నింటిని గీశాడు. వాటినే మిగతావారు చూడగలిగారు.

ఈ గడియారంలో ఒక పెద్ద భారమితి ఉంది. అందులోని 150 కి.గ్రాముల పాదరసం రెండు గాజు పాత్రల్లో ఉంటుంది. ఈ రెండు పాత్రలు ఒక దానితో ఒకటి కలపబడి ఒక ఫ్రేములో బిగించి ఉన్నాయి. ఈ రెండు పాత్రలు దేనికవే కదులుతాయి. వాతావరణ పీడనం పెరిగినప్పుడు, ఇందులోని పై పాత్ర కిందకు కింద పాత్ర పైకి కదిలేటట్లు తులాదండాలను చాలా చాకచక్యంగా అమర్చారు. పీడనం తగ్గగానే పై పాత్ర పైకి, కింది పాత్ర కిందకు కదులుతాయి. ఈ రెండు కదలిక వల్లనూ ఒక గేర్ చక్రం ఒకే దిశలో తిరిగేట్లు ఏర్పాటు చేశారు. పీడనం నిలకడగా ఉన్నప్పుడు మాత్రం ఈ చక్రం తిరగదు. ఈ సమయంలో గడియారం, అంతకుముందే సమీకృతమయిన శక్తి ఆధారంగా తిరుగుతుంది."గడియారంలోని స్ప్రింగును, బరువులు ఒకే సారి కదిలి, బిగించడం అంత సులువుకాదు. అయినా ఆనాటి గడియారాన్ని తయారు చేసినవారు చాలా తెలివిని ప్రదర్శించారు. వాతావరణ పీడనం వల్ల తయారవుతున్న శక్తి, గడియారాన్ని నడపడానికి అవసరమయ్యే శక్తి కన్నా చాలా ఎక్కువగా ఉండేలా ఏర్పాటు చేశారు. కాబట్టి బరువులు కిందకు జారకముందే తిరిగి పైకి లాగబడేవి. బరువులు పూర్తిగా పైకి పోయిన తర్వాత, ఆ



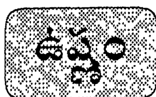
చిత్రం 72. 18వ శతాబ్ది నాటి శక్తి ప్రసాదిత యంత్రం.

బరువులను క్రమంగా, నిర్ణీత సమయాలకు ఆపివేయడానికి ప్రత్యేకంగా మీటలను ఏర్పాటు చేశారు.

ఈ రకమయిన 'సంపాదిత శక్తి యంత్రాలకు' 'శాశ్వతచలన' యంత్రాలకు మౌలికంగా భేదం ఉంది. నిరంతర లేదా శాశ్వత చలన యంత్రాలను తయారు చేయాలనుకున్నవారు, శక్తిని దానంతటదే తయారయేట్లు చూడాలనుకున్నారు.

ఈ గడియారంలో మాత్రం శక్తి, బయటినుంచి అంటే మరో చోటినుండి వస్తున్నది. ఈ శక్తి సూర్యరశ్మి ఆధారంగా, చుట్టుముట్టు వాతావరణంలో ఏర్పడే పీడనం నుంచి వస్తున్నది. ఇటువంటి యంత్రాలను గనుక కనుగొనగలిగితే శక్తిని సంపాదించుకొని ఇవి నిరంతర చలన యంత్రాల వలెనే పనిచేయగలుగుతాయి. కానీ చాలా సందర్భాలలో ఇవి చాలా ఖర్చుతో కూడినవిగా ఉండేవి.

శక్తిని సంపాదించుకునే యంత్రాలను గురించి, తరువాత మరొక చోట ప్రస్తావించుకుని, అవి ఎందుకు లాభసాటి కాదో కూడా చూద్దాం !



(ఈ విషయాలను చదువుతున్నప్పుడు ఈ పుస్తకం రష్యాలో రాసినదని గమనించ మనవి. మనదేశంలోని పరిస్థితులు ఇదే విధంగా ఉండవు. కానీ మూలతః అవి ఇక్కడ కూడా పరిశీలనకు వచ్చేవే. ఈ అధ్యాయం లోని చాలా విషయాలను ఈ దృష్టితోనే చదవవలసిందని మనవి.– అనువాదకుడు)

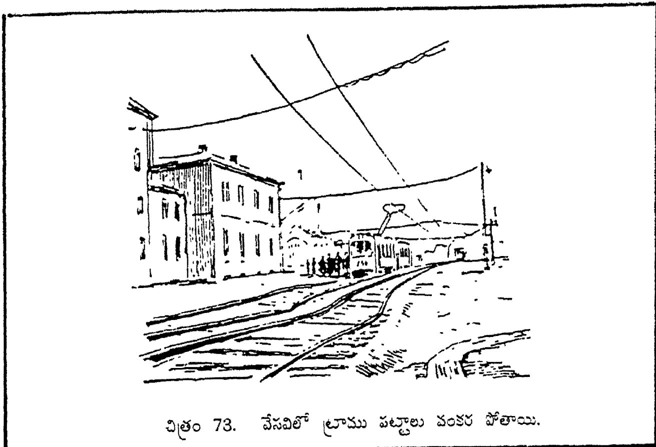
ఒక త్యాబ్స్కయ రైలు మార్గం ఎప్పుడు ఎక్కువ పొడుగుంటుంది?

మాస్కో, లెనిన్‌గ్రాడ్‌ల మధ్యగల రైలుమార్గం ఎంత పొడుగుందని అడిగితే ఒకతను ఇలా సమాధానం ఇచ్చాడు: "అది సగటున 640 కి.మీలు ఉంటుంది. కానీ ఎండాకాలంలో అది చలికాలంలో కన్నా 300 మీటర్లు ఎక్కువ పొడుగుంటుంది."

ఇది పైకి అనిపించేటంత అర్థంలేని మాటేమికాదు. రైలుమార్గం పొడవు అంటే, ఆ మార్గంలో పరిచిన పట్టాల పొడవే అనకుంటే, ఆ పొడవు తప్పకుండా చలికాలంలో కన్నా ఎండాకాలంలో ఎక్కువగా ఉంటుంది. వేడిమి వల్ల ఉక్కుపట్టాలు ప్రతి సెంటీగ్రేడుకు లక్ష వంతుకన్నా కొంచెం ఎక్కువే, వ్యాకోచిస్తాయని గుర్తుంచుకోవాలి. ఎండలు మండిపోతున్న రోజున పట్టాల వేడి $30^{\circ}-40^{\circ}$ సెం. మధ్యలో ఉంటుంది. అంతకన్నా ఎక్కువ కూడా ఉండవచ్చు. ఒక్కొక్కసారి పట్టాలను తాకితే చెయ్యి చుర్రుమంటుంది. చలికాలంలోనయితే ఉష్ణోగ్రత మైనస్ 25^{0} సెం. లేదా ఇంకా తక్కువ దాకా పోవచ్చు. చలికాలానికి, ఎండాకాలానికి ఉష్ణోగ్రతలో తేడా 55^{0}సెం. అనుకుంటే, రైలు మార్గపు మొత్తం దూరం 640 కి.మీ.ని, 0.00001 తోనూ, తిరిగి 55 తోనూ హెచ్చవేస్తే, మనకు కిలోమీటర్లో ఇంచుమించు మూడవ వంతు దూరం లెక్క తేలుతుంది. అంటే మాస్కో – లెనిన్‌గ్రాడ్ ల మధ్యన గల రైలు మార్గం పొడుగు చలికాలంలో కన్నా, ఎండాకాలంలో కి.మీ. లో మూడవవంతు లేదా సుమారు 300 మీటర్లు ఎక్కువన్నమాట.

ఇంతకూ పెరిగేది రైలుమార్గం పొడవుకాదు. కేవలం అందులోని పట్టాల పొడవు మాత్రమే. ఈ రెండు ఒకటి కానేకాదు. పట్టాలు ఒకదానికొకటి తగులుతూ ఉండే విధంగా అమర్చరు. వేడెక్కినపుడు అవి సులభంగా వ్యాకోచించేందుకు వీలుగా, పట్టాకు పట్టాకు మధ్యన ఖాళీలు వదులుతారు. ఎనిమిది మీటర్ల పొడవుండే పట్టాలకు సున్నా డిగ్రీ వేడిమి దగ్గర, ఆరు మిల్లీమీటర్ల ఖాళీ జాగా ఉండాలి. ఈ జాగా పూర్తిగా పోయి పట్టాలు ఒకదాని కొకటి తగలాలంటే ఉష్ణోగ్రత 65^{0} సెం. వరకు పెరగవలసి ఉంటుంది. అయితే కొన్ని సాంకేతిక కారణాల వల్ల నగరాలలో నడిచే ట్రాము పట్టాల మధ్యన ఖాళీ వదలడం వీలు పడదు. ఈ

పట్టాలు నేలమీద పరిచి ఉంటాయి. వాటిలో కలిగే వేడిమి తేడాలు అంతగా ఉండవు గనుక, అవి వంకర పోవడం సాధారణంగా జరగదు. అయితే, బాగా ఎండలు మండిపోయిన రోజున చిత్రం 73 లో చూపినట్లు ట్రాము పట్టాలు వంకర తిరుగుతాయి. (ఈ చిత్రం ఒక ఫోటోగ్రాపు నుండి తయారు చేసినది).



చిత్రం 73. వేసవిలో ట్రాము పట్టాలు వంకర పోతాయి.

కొన్నిసార్లు రైలు పట్టాలు కూడా ఇలాగే వంకరవుతాయి. ఎత్తునుండి పల్లంలోకి దిగేచోట రైలు పట్టాలను లాగుతుంది. కొన్నిసార్లు పట్టాల కింది దిమ్మెలు కూడా కదులుతాయి. ఇలాంటి చోట్ల పట్టాల చివరల మధ్యన సందులు పోయి, అవి ఒకదానికొకటి తగులుతాయి. ఇందాక మనం లెక్క వేసి, రైలు మార్గం పెరిగే పొడుగును తెలుసుకున్నాం. ఆ పెరుగుదల ఖాళీలు కుంచించుకు పోవడం వల్ల వీలవుతుందని అర్థం. ఎండరోజుల్లో పట్టాల పొడవు చలికాలంలో కన్నా 300 మీ.లు ఎక్కువగా ఉంటుంది.

శిక్షలేని దొంగతనం :

మాస్కో – లెనిన్‌గ్రాడ్ నగరాల మధ్యన, ప్రతి చలికాలంలోనూ, వందల మీటర్ల పొడవు టెలిఫోను – టెలిగ్రాపు తీగలు మాయమవుతుంటాయి. దీన్నెవరూ పట్టించుకోరు. దొంగ ఎవరో అందరికీ తెలుసు. మీరు కూడా ఇప్పటికి దొంగ ఎవరో ఊహించే ఉంటారు. నిజమే, చలే ఆ దొంగ! రైలుపట్టాలు సంగతే తీగల విషయంలో కూడా నిజమవుతుంది. రాగి తీగలు, ఉక్కుపట్టాల కంటే, వేడిమికి, ఒకటిన్నర రెట్లు ఎక్కువగా వ్యాకోచం చెందుతాయి. ఈ తీగల్లో మధ్యన ఖాళీ జాగాలుండే ప్రశ్నకూడా లేదు. అందుకే మనం నిస్సందేహంగా "మాస్కో లెనిన్‌గ్రాడ్‌ల మధ్యన గల టెలిఫోన్ తీగలు వేసవిలో కన్నా చలికాలంలో 500

మీటర్లు తక్కువ పొడుగుంటాయి" అని చెప్పవచ్చు అంటే ప్రతి చలికాలంలోనూ చలి అరకిలోమీటరు పొడుగు తీగను దొంగిలించేసి తప్పించుకుపోతుంది. అయితే ఇందువల్ల సమాచార ప్రసారంలో మాత్రం అంతరాయం కలుగదు. వెచ్చని రోజులు రాగానే, దొంగిలించిన సొత్తంతా, బుద్ధిగా తిరిగి వచ్చేస్తుంది.

కానీ తీగలు కాకుండా, వంతెనలు ఇలా చలికి కుంచించుకుపోతే మాత్రం నష్టాలు కలుగుతాయి. 1927 డిసెంబర్‌లో పత్రికల్లో ఇలా ఒక వార్త వచ్చింది.: "ఇటీవల ఫ్రాన్సులో ఉన్న అతి శీతల పరిస్థితుల మూలంగా పారిస్ నగరం మధ్యలో గల సైన్‌నది మీద వంతెన ఒకటి బాగా దెబ్బతిన్నది. చలివల్ల ఈ వంతెనలోని ఉక్కు ఫ్రేము కుంచించుకు పోయి, దానిపైనున్న రోడ్డు దిమ్మెలు చెదిరిపోయాయి. ఈ వంతెనను కొంతకాలం మూసేశారు."

అయిఫెల్ టవర్ ఎత్తు ఎంత?

అయిఫెల్ టవర్, ఎంత ఎత్తుంటుదని మిమ్మల్ని అడిగితే, మూడువేల మీటర్లు అని చెప్పడానికి ముందు, ఏ కాలంలో? చలికాలంలోనా, వేసవిలోనా? అని అడుగుతారేమో? నిజమే మరి. ఇంత ఎత్తుండే ఉక్కు కట్టడాలు అన్ని వాతావరణాల్లో ఒకే ఎత్తు ఉండవు గదా! 300 మీ. ల పొడుగుండే ఉక్కు కడ్డీని

1° సెం. వేడి ఎక్కువ చేస్తే 3 మి.మీ పొడవు పెరుగుతుందని మనకు తెలుసు. అయిఫెల్ టవరు కూడా వాతావరణంలోని వేడిమి ఒక డిగ్రీ పెరిగినప్పుడల్లా అంత పొడుగు పెరుగుతుందనే అర్థం. ఎండకాసే వెచ్చని రోజుల్లో ఈ టవర్ బహుశః 40° సెం. వరకు వేడెక్కుతుంది. వర్షం రోజుల్లో అది 10^{0} సెం.కు, చలికాలంలో సున్నాకు 10^{0} తక్కువకు చేరుతుంది. (పారిస్ నగరంలో -10^{0} కన్నా ఎక్కువ చలి సాధారణంగా ఉండదు.) అంటే వేడిమిలో 40^{0} వరకు వ్యత్యాసం వస్తుందన్నమాట. అంటే అయిఫెల్ టవర్ ఎత్తు $3 \times 40 = 120$ మి.మీ = 12 సెం.మీ: ఎక్కువ తక్కువగా ఉంటుదన్నమాట.

పరిశీలనల ద్వారా, అయిఫెల్ టవర్, వాతావరణంలో వేడిమికి, గాలి కన్నా ఎక్కువగా స్పందిస్తుందని తెలిసింది. అది గాలికన్నా వేగంగా వేడెక్కుతుంది. చల్ల బడుతుంది. మేఘాలు కప్పిన రోజున హఠాత్తుగా ఎండవస్తే అదే ముందు వేడెక్కుతుంది. అయిఫెల్ టవర్ ఎత్తులో కలిగే హెచ్చుతగ్గులను గమనించడానికి, వేడిమి ప్రభావానికి లొంగని ఒక ప్రత్యేక నికెల్ స్టీల్ తీగెను వాడుకున్నారు. ఈ విచిత్ర మిశ్రలోహాన్ని 'ఇన్వార్' అంటారు (అంటే మార్పు లేనిది అని అర్థం).

ఈ రకంగా, అయిఫెల్ టవర్, చలిరోజులకన్నా ఎండరోజుల్లో 12 సెం.మీ.లు ఎత్తు ఎక్కువగా ఉంటుందని తేలిందన్నమాట.

తేనీటి గ్లాసులు, నీటి కొలతలు :

అనుభవం గల ఇల్లాలయితే గాజు గ్లాసులో టీ పోసే ముందు, ఆ గ్లాసు పగలకుండా ఉండడానికి గాను, అందులో ఒక చెంచా, (వీలయితే వెండిది) వేస్తుంది అనుభవం వల్ల మాత్రమే ఈ అలవాటు వచ్చింది.

ఇందులో గల మూలసూత్రం ఏమిటి? వేడి నీటివల్ల టీ గ్లాసు ఎందుకు పగులుతుంది?

గ్లాసు అన్నివేపులా ఒకే రకంగా వేడెక్కదు. గ్లాసులో వేడినీరు పోస్తే దాని గోడలు వెంటనే వేడెక్కవు. ముందుగా గోడ లోపలి భాగం మాత్రమే వేడెక్కుతుంది. బయటి పొర చల్లగానే ఉంటుంది. వేడెక్కిన లోపలి పొర వ్యాకోచిస్తుంది. బయటి పొర ఇంకా చల్లగా ఉండడంతో దాని మీద ఒత్తిడి పడుతుంది. అది విచ్చుకుంటుంది. గ్లాసు పగులుతుంది. మందమయిన గ్లాసును వాడడం వల్ల ఇలా జరగకుండా చూడవచ్చుననుకుంటున్నారా? అయితే, అవి పల్చని గ్లాసులకన్నా సులభంగా పగులుతాయని గమనించండి. సన్నటి గ్లాసు సులభంగా వేడెక్కుతుంది. అందులో వేడిమి త్వరగా సమంగా వ్యాపించగలదు. మందం గ్లాసు నెమ్మదిగా వేడెక్కుతుంది.

పల్చని గోడలు గల గ్లాసులను కొనే ముందు ఒక విషయం గుర్తుంచుకోవాలి. గ్లాసు అడుగుకూడా పల్చగానే ఉండాలి. వేడినీరు పోసినపుడు ముందుగా వేడెక్కేది ఈ అడుగు భాగమే. గోడలెంత పల్చగా ఉన్నా, అడుగు మందంగా ఉంటే అది తప్పకుండా పగులుతుంది. పింగాణీ పాత్రలయినా అంతే!

వేడి చేయడానికి, గాజుపాత్రలు, ఎంతగా సన్నంగా ఉంటే అంత మేలు. రసాయన శాలల్లో చాలా సన్నటి పాత్రలను, నేరుగా మంట మీద ఉంచి, నీటిని వేడి చేస్తారు. ఎంత వేడి చేసినా వ్యాకోచం చెందని పాత్రవుంటే చాలా ఉత్తమం. క్వార్ట్జ్‌కు ఇంచుమించు ఈ లక్షణం ఉన్నట్లే. అది గాజుకన్నా 15–20 రెట్లు తక్కువ వ్యాకోచిస్తుంది.

మందం గోడలు గల క్వార్ట్జ్ పాత్ర ఎంత వేడి చేసినా పగలదు. అది వేడెక్కి ఎర్రబడిన తర్వాత మంచు నీటిలో ముంచినా సరే పగలదు. క్వార్ట్జ్ 1700° సెం. వరకు వేడిచేస్తే కరుగుతుంది. కాబట్టి పరిశోధనశాలల్లో వాడడానికి ఇది ఎంతో అనువయినది. పైగా ఇందులో వేడిమి గాజులో కన్నా సులభంగా, సమంగా వ్యాపిస్తుంది.

టీ గ్లాసులు, హఠాత్తుగా వేడిచేస్తేనేకాదు, చల్లబరచినా పగిలిపోతాయి. చల్లదనం వల్ల కలిగే సంకోచం అంతటా సమంగా లేకపోవడం వల్ల ఇలా జరుగుతుంది బయట పొర చల్లబడి, లోపలి వెచ్చని పొర మీద ఒత్తిడి కలుగజేస్తుంది. అందుకే వేడి వస్తువులు పెట్టిన సీసాలను, చల్లబరచడానికి, నీటిలో పెట్టకూడదు.

ఇంతకూ టీ లో చెంచా సంగతేమిటి? అది గ్లాసును పగలకుండా ఎలా అపగలుగుతుంది? గ్లాసులోకి చాలా వేడి పదార్థం పోసినపుడే లోపల, వెలుపల ఉండే వేడిమిలో తేడా ఎక్కువగా ఉంటుంది. వెచ్చని నీటితో గ్లాసు పగలదు. అందులో ఒక చెంచా కూడా వేస్తే ఏమవుతుంది? నీరు పడుతూ ఉంటే, అందులోని కొంత వేడమిని లోహపు చెంచా, పీల్చుకుంటుంది. లోహంలో వేడిమి త్వరగా పాకుతుంది గదా! నీరు మరింత చల్లనయినందువల్ల, గ్లాసుమీద దాని ప్రభావం కూడా తక్కువవుతుంది. ఈలోగా గ్లాసు వెచ్చనవుతుంది. మరింత వేడి నీరు పోసినా నష్టం ఉండదు.

లోహంతో చేసిన చెంచా (పెద్దదయితే మరింత సులువుగా) గ్లాసులో వేడిమి, ఎక్కువ తక్కువగా వ్యాపించడాన్ని అపుతుంది. గ్లాసు పగలకుండా ఉంటుంది.

అయితే వెండి చెంచా ఎందుకని మరింత మంచిది. వెండిలో వేడిమి మరింత సులభంగా ప్రసరిస్తుంది గాబట్టి. రాగి చెంచా కన్నా అది నీటిలోని వేడిమిని, త్వరగా గ్రహిస్తుంది. వేడి టీ గ్లాసులోని వెండి చెంచాను ముట్టుకుంటే చేయి కాలుతుంది. రాగి చెంచాతో అలా జరగదు గాబట్టి, తాకి చూచి ఏ చెంచానో చెప్పవచ్చు కూడా!

గాజుగోడల్లో ఉష్ణం విస్తరించే ఈ తీరు ఒక్క టీ గ్లాసులకే కాక, నీళ్ళ బాయిలర్లలో నీటి ఎత్తును గుర్తించే కొలమానాలకు కూడా నష్టం కలిగిస్తుంది. ఈ కొలమానాలు గాజు గొట్టాలే. వాటిని ఆవిరి, వేడినీరు వేడెక్కించితే, లోపలి పొరలు బయటి పొరలకన్నా త్వరగా వేడెక్కుతాయి. పైగా లోపలి ఆవిరి, వేడినీరు వాటిమీద ఒత్తిడి కూడా కలుగజేస్తాయి. అందుకే అవి అంత సులభంగా పగులుతుంటాయి. ఈ విధంగా జరగకుండా ఉండడానికే, వాటిని లోపల వేపు త్వరగా వేడెక్కని రకం గాజును, బయట మరో రకం గాజును వాడి తయారు చేస్తుంటారు.

స్నానాల గదిలో కాలి జోళ్ళు :

చలికాలంలో పగటికాలం తక్కువగాను, రాత్రి ఎక్కువగానూ ఎందుకు ఉంటుంది? ఎండాకాలంలో అందుకు వ్యతిరేకంగా ఎందుకు ఉంటుంది? చెహోవ్ సృష్టించిన డాన్ కొసాక్ సార్జెంట్ పాత్ర ఈ ప్రశ్నలకు ఇచ్చిన సమాధానం ఇది: "చలికి, మనకు కంటికి కనిపించేవి, కనిపించనివి అన్ని వస్తువులు కుంచించుకున్నట్లే, పగలు కూడా పొట్టిదవుతుంది. దీపాలు, లైట్లు వేస్తాం గాబట్టి రాత్రులు వెచ్చనయి పొడుగవుతాయి"

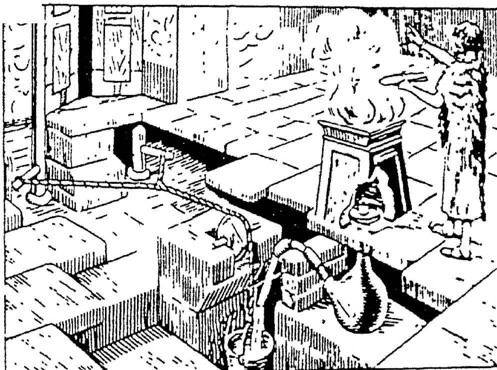
ఈ వివరణ నవ్వుపుట్టించేంత 'అర్థంలేని' విధంగా ఉందిగదూ. ఈ 'తెలివిగల' వివరణలను త్రోసిపుచ్చేవారు, తాము స్వయంగా ఇలాగే అర్థం లేకుండా ఉండే సిద్ధాంతాలను తయారు చేస్తారు.' స్నానాల గదిలో పాదాలు వ్యాకోచించాయి గాబట్టి జోళ్ళు బిగుతయి ఎక్కకుండా ఉంటాయి' అనే వారి గురించి మీరు వినలేదా? పరిస్థితి చాలా పరిచితం. వివరణ మాత్రం శుద్ధ అబద్ధం.

ముందుగా, స్నానాల గదిలో ఎవరి శరీరం ఉష్ణోగ్రతయినా పెరగడమంటూ జరగదు. పెరిగినా సెంటీగ్రేడుకన్నా ఎక్కువ పెరగదు. టర్కిష్ స్నానశాలల్లో మాత్రమే రెండు డిగ్రీలు పెరుగుతుంది. మన శరీరం, చుట్టుముట్టు వాతావరణాన్ని తట్టుకుని లోపలి ఉష్ణోగ్రతను స్థిరంగా ఉంచగలుగుతుంది. పెరిగిన కొద్దిపాటి వేడిమితో, శరీరం పరిమాణం, బూట్లు తొడుక్కునేటప్పుడు తెలిసేంతగా పెరగడం జరగనిపని! మన ఎముకలు కండరాలు పదివేల వంతుకన్నా ఎక్కువ వ్యాకోచించవు. అంటే పాదం అడుగు సెంటీమీటర్లో వందవ వంతు కన్నా ఎక్కువ పెరగవు. బూట్లు, జోళ్ళు ఇంత కచ్చితంగానయితే కుట్టరుగదా! సెంటీమీటరులో వందవవంతు అంటే వెంట్రుక మందం అన్నమాట!

అయినప్పటికీ స్నానం చేసిన తర్వాత బూట్లు వేసుకోవడం కష్టమేననేది సత్యంగానే మిగిలి ఉంది. అయితే ఇది, వేడిమి వల్ల పాదం వ్యాకోచం చెందడం వల్ల మాత్రం కాదు. రక్తప్రసరణ పెరిగి, కాలిలో చర్మం మందగించడం ఒకటి, తడిగా ఉండి, కాలు మెత్తగా ఉండడం మరొకటి ఇందుకు కారణాలు. వీటికీ, వేడిమి వల్ల కలిగే వ్యాకోచానికి సంబంధమేమీలేదు.

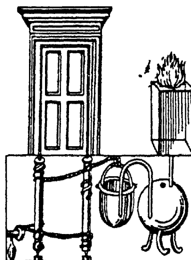
అద్భుతాలు చేసే విధానం:

ప్రాచీన గ్రీకు గణితశాస్త్రవేత్త, యంత్ర శాస్త్ర నిపుణుడు, హీరోన్ ఆఫ్ అలెగ్జాండ్రియా (ఫౌంటేన్‌ను కనుగొన్నది ఇతనే!) ఈజిప్షియన్ మతాచార్యులు భక్తుల మోసగించడాన్ని, అద్భుతాలు ప్రదర్శించిన రెండు పద్ధతులను బట్టబయలుచేశాడు.



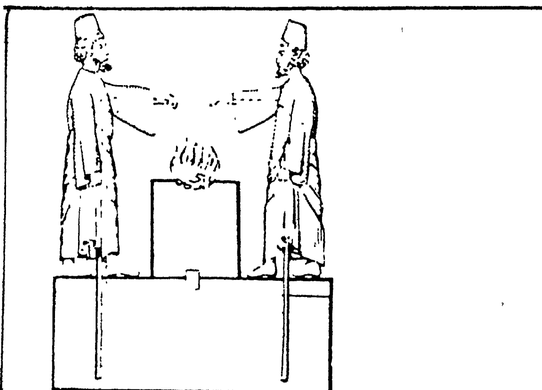
చిత్రం 74. ఈజిప్టు దేవాలయ "మహత్తులోని" మర్మం. గుగ్గిలం పుండేటప్పుడు తలుపులు తెరుచుకుంటాయి.

చిత్రం 74లో ఇటువంటి నమూనాను ఒకదాన్ని చూడవచ్చు, ఇందులో ఆలయద్వారం ముందు ఒక వేదిక ఉంది. దీని లోపలి భాగం 'బోలు' (డొల్ల)గా ఉంది. ఆ కింద కొన్ని సాంకేతిక వివరాలున్నాయి. ఇవన్నీ కలిసి ఆలయద్వారాలను 'వాటంతటవే' తెరుచుకునేలా చేయగలవు. వేదిక మీద నిప్పులో ధూపం వేసి మంట లేపితే, లోపలి బోలులోని గాలి వేడెక్కుతుంది. నేల అడుగునున్న నీటి పాత్రలోని నీటిపై, ఆ గాలివల్ల ఒత్తిడి ఎక్కువవుతుంది. అందులో నుండి నీరు ప్రవహించి మరో పాత్రలో పడుతుంది. నీటి బరువుకు ఆ పాత్ర కిందకు జారిన కొద్దీ తలుపులు తెరుచుకునే విధంగా ఏర్పాటు చేయబడి ఉంది. ఈ ఏర్పాటును చిత్రం 75లో చూడవచ్చు.



చిత్రం 75. ఆలయ ద్వారాలు తెరుచుకునే వైనం (చిత్రం 74తో పోల్చండి.)

పూజారి, ధూపం వెలిగించి మంత్రాలు చదువుతాడు. కొంతకాలానికి తలుపులు 'వాటంతటవే' తెరుచుకుంటాయి. భక్తులు చూడగలిగేది ఇంతమాత్రమే. లోపల ఉండే రహస్యమయిన ఏర్పాట్లను గురించి వారికి తెలిసే అవకాశం లేదు.

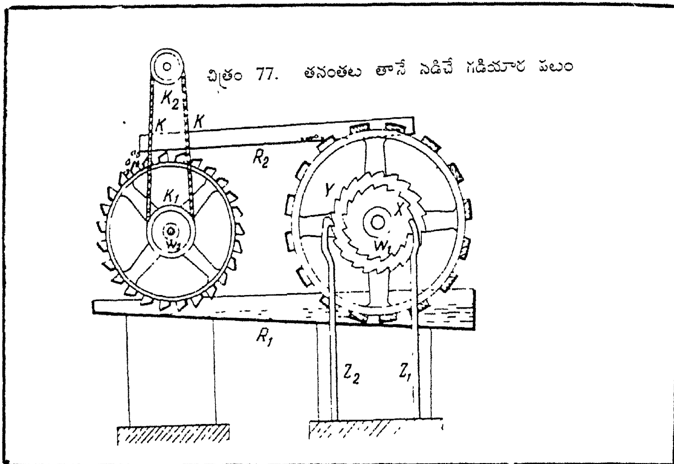


చిత్రం 76. ప్రాచీన కాలపు పూజార్లు చూపిన మరొక మోసపు అద్భుతం. మంటలో మానే ఆగకుండా పడుతుండే పద్ధతి.

పూజారులు చేస్తూ ఉండిన మరో అద్భుతం తాలూకు వివరాలు చిత్రం 76 లో చూడవచ్చు. ధూపం వేసి మంట వేయగానే, లోపలి గాలి మరింత ధూప వస్తువును ఒత్తిడి చేస్తుంది. పూజారి దుస్తులలో అమర్చిన గొట్టాల ద్వారా అది పైకిలేచి మంటలో పడుతూ ఉంటుంది. మంట ఆరకుండా మండుతూనే ఉంటుంది. ఇక చాలుననుకున్న తర్వాత పూజారి రహస్యంగా కింది సిస్టర్న్ బిరడాను నెమ్మదిగా తొలగిస్తాడు. ధూపం గొట్టంలోంచి రావడం మానేస్తుంది. పైగాలి బయటకు పోవడానికి మరో మార్గం దొరకండంతో దాని మీద ఒత్తిడి తగ్గిపోతుందని అర్థం.

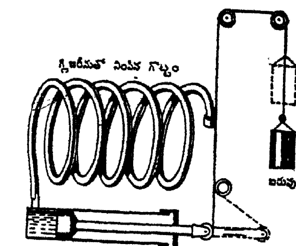
'తనంతకు తానే తిరిగే గడియారం' :

గత అధ్యాయం చివర్లో ఇటువంటి గడియారం గురించి గమనించాము. అది వాతావరణ పీడనంలో కలిగే మార్పులను ఆధారంగా పనిచేసేది. ఇప్పుడు అదే విధంగా, తనంత తాను స్ప్రింగు చుట్టుకు పోవడంతో నడిచే మరో గడియారం వివరాలు చూద్దాం. అయితే దీనికి ఆధారమయిన సూత్రం వేడిమి వలన కలిగే సంకోచ వ్యాకోచాలకు సంబంధించినది. అటువంటి ఒక గడియారపు నిర్మాణ విధానాన్ని చిత్రం 77 లో చూడండి. ఇందులో ముఖ్యమయినవి $z_1 z_2$ అనే కడ్డీలు. అవి ఒక ప్రత్యేకమయిన మిశ్రలోహంతో తయారు చేయబడినవి. ఈ లోహం చాలా బాగా వ్యాకోచం చెందుతుంది. z_1 వ్యాకోచం చెందినపుడు, X అనే చక్రం పళ్లకు తగిలి ఆ చక్రాన్ని కుడినుంచి ఎడమకు తిప్పుతుంది. z_2 చలివల్ల సంకోచం చెంది నపుడు y అనే చక్రానికి తగిలి, దాన్ని కూడా అదే దిశలో తిప్పుతుంది. ఈ రెండు చక్రాలు w_1 అనే అక్షం మీద ఉంటాయి. ఈ ఇరుసు మీదనే మరో పెద్ద చక్రం ఉంటుంది. దాని అంచుమీద గరిటెల వంటి నిర్మాణాలు ఉంటాయి. ఇవి R_1 అనే తొట్టిలో నుంచి పాదరసాన్ని పైకెత్తి, దానికి వ్యతిరేకంగా వాలి ఉన్న R_2 అనే తొట్టిలోకి చేర్చుతాయి. ఇటువంటి గరిటెలుండే మరో చక్రం ఎడమచేతి వేపున ఉంటుంది. R_2 లో పాదరసం పడడంతో అది తిరుగుతుంది, దానితో K K అనే గొలుసు కదులుతుంది. ఆ గొలుసు k_1 అనే చక్రానికి చుట్టూ బిగించి ఉంటుంది. ఈ చక్రం కూడా w_2 అనే పెద్ద చక్రం ఉండే ఇరుసు మీదనే ఉంటుంది. k_2 అనే చక్రం చుట్టు కూడా ఈగొలుసు బిగిసి ఉంటుంది. ఈ చక్రం గడియారానికి 'కీ' ఇస్తుంది. ఈ లోగా ఎడమ చేతి చక్రంలోని గరిటెలు లేదా తెడ్లు పాదరసాన్ని R_1 అనే వాలిఉండే తొట్టిలోకి తోస్తాయి. అందులోనుండి అది కుడివేపు చక్రాన్ని చేరుతుంది. చక్రాల క్రమం ఈ విధంగా తిరిగి మొదలవుతుంది.

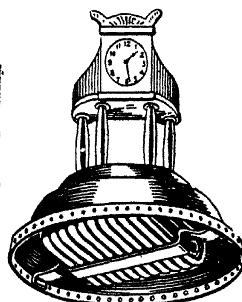


చిత్రం 77. తనంతట తానే నడిచే గడియార పటం

z_1, z_2 అనే కడ్డీలు సంకోచ వ్యాకోచాలకు గురవుతున్నంత వరకు ఈ గడియారం నడుస్తూనే ఉంటుంది. గడియారానికి కీ యివ్వడానికి మనకు కావలసినదల్లా వాతావరణంలోని వేడిమి కొంచెం హెచ్చుతూ తగ్గుతూ ఉండడం మాత్రమే. ఇది మన ప్రమేయం ఏ మాత్రం లేకుండా జరిగిపోతూనే ఉంటుంది. అయితే మనం ఈ గడియారాన్ని 'నిరంతర చలన యంత్రం' అనవచ్చా? అలా వీలు లేదు. ముందుగా, ఈ గడియారం అందులోని భాగాలు అరిగి పోయే వరకు మాత్రమే పనిచేస్తుంది. పైగా దాన్ని నడిపేది పరిసరాలలోని ఉష్ణోగ్రత. అది వ్యాకోచం వల్ల కలిగిన శక్తిని పోగు చేసి ఉంచుకుని గడియారంలో ముళ్ళను తిప్పడానికి, అందులో నుంచి కొంచెం, కొంచెమే వాడుకుంటూ ఉంటుంది. ఇది నిజంగా 'శక్తిని సంపాదించుకున్న యంత్రం. లేదా ప్రసాదితశక్తి యంత్రం. దీనికి ఏ జాగ్రత్త అవసరం లేదు. అయితే ఇది శక్తిని శూన్యంలో నుండి పుట్టించేది మాత్రం కాదు. దానికి గల శక్తి ఆధారం ఈ భూమికి వేడినిచ్చే సూర్యుడు!



చిత్రం 78. తనంతట తానే నడిచే మరొక గడియార పటం.



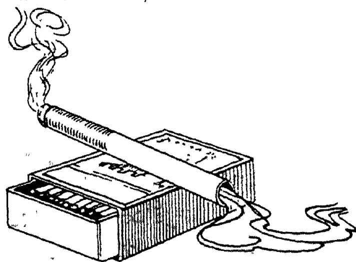
చిత్రం 79. తనంతట తానే నడిచే గడియారం. గ్లిజరిన్ నింపిన గొట్టాలు దిగువ భాగంలో అమర్చి ఉంటాయి.

'కీ' ఇవ్వనవసరం లేకుండా పనిచేసే, మరొక గడియారం, ఇటువంటిదే చిత్రం 78, 79ల్లో చూపబడింది. ఇందులో ముఖ్యమయిన పదార్థం గ్లిసరిన్. గ్లిసరిన్ వాతావరణంలోని ఉష్ణభేదానికి వ్యాకోచం చెంది, చిన్న పాటి బరువులను ఎత్తగలుగుతుంది. ఈ బరువును క్రిందకు దింపడంవల్ల గడియారం నడుస్తుంది. గ్లిసరిన్ -30° సెం. వద్ద గడ్డ కడుతుంది, 290° సెం. వద్ద మాత్రమే మరుగుతుంది. కాబట్టి ఈ రకం గడియారాలను నగరపు వీధులలో వాడవచ్చు (ఇది ఈ పుస్తకం రాసిన నాటి ఆలోచన మాత్రమే – అనువాదకుడు) వాతావరణంలో వేడిమిలో రెండు డిగ్రీలు మారుతున్నా ఈ గడియారం నడవడానికి పనికి వస్తుంది. ఇటువంటి గడియారాన్ని సంవత్సరం పాటు పరిశీలించి, చాలా సంతృప్తికరంగా ఉందని నిశ్చయించారు.

ఈ రకంగా పెద్ద పెద్ద యంత్రాలను నిర్మించి ఏవయినా ప్రయోజనాలను సాధించవచ్చునా? మొదటిచూపులో ఈ శక్తిని సంపాదించుకునే యంత్రాలు చాలా లాభసాటిగా అనిపించవచ్చు. ఈ విషయం నిజమేనా చూద్దాం! ఒక మామూలు గడియారాన్ని 24 గంటలు పనిచేయించేలా 'కీ' ఇవ్వాలంటే కి. గ్రా. మీ. లో 7వ వంతు శక్తి చాలు (కిలోగ్రాము మీటరు అంటే కిలోగ్రాము బరువును ఒక మీటరు ఎత్తుకు ఎత్తగల శక్తి) అంటే ఇది సెకండుకు కి.గ్రా.మీ.లో ఆరులక్షలవ భాగం. అశ్వశక్తి అంటే సెకండుకు 75 కి.గ్రా. మీ.లు. అంటే ఒక గడియారపు యంత్రభాగాల శక్తి అశ్వశక్తిలో 45,000,000 వ వంతు మాత్రమే. ఈ విధంగా మొదటి గడియారంలోని కడ్డీలు, లేదా రెండవ గడియారంలోని నిర్మాణం విలువ, ఒక కోపెక్ అనుకుంటే ఒక అశ్వ శక్తికి సమానమయిన శక్తిని తయారు చేయడానికి పెట్టిన పెట్టుబడి, 45,000,000 కోపెక్కులన్నమాట. అంటే 450,000 రూబుళ్లు శక్తిని సంపాదించుకునే యంత్రం అనే పేర ఒక అశ్వశక్తికి అరమిలియన్ రూబుల్స్ ఖర్చు చేయడం కొంచెం అతి అని నా ఊహ!

వాతాలు చెప్పే సిగరెట్టు :

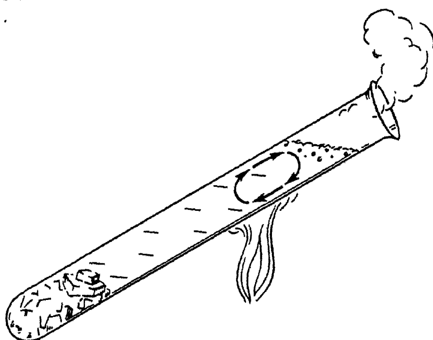
చిత్రం 80. పొగ ఒక చివర ఎగువకు, రెండవ చివర దిగువకు పోతుందెందుకు?



చిత్రం 80లో అగ్గిపెట్టెమీద పెట్టిన సిగరెట్ ఒకటి ఉంది. దానిరెండు చివరలనుండి పొగ బయటకు వస్తున్నది. అయితే పొగ ఒక చివరపైకి పోతుంటే, మరో చివర క్రిందకు వస్తున్నది. ఎందుకు? రెండు చివర్ల నుంచి వచ్చేది ఒకే పొగకదా! పొగ ఒకటే కానీ నిప్పు ఉన్న చివరన, నిప్పువల్ల వేడెక్కిన గాలి పొగనుకూడా పైకి తీసుకుపోతున్నది. సిగరెట్టుకు ఖాళీగొట్టం ఉండే చివర నుండి వచ్చేపొగ మాత్రం చల్లబడుతూ వస్తుంది. కాబట్టి అది పైకి ఎగరలేదు. పొగ గాలికంటే బరువు అది కిందకే వస్తుంది.

మరిగే నీటిలో కరగని మంచు :

ఒక పరీక్ష నాళిక తీసుకోండి. అందులో నీళ్లు నింపండి. అందులోనే ఒక మంచు ముక్క కూడా వేయండి. మంచు నీటికన్నా తేలిక గాబట్టి తేలుతుంది. దాన్ని అడుగున పట్టి ఉంచడానికి ఒక బరువునేదయినా ఉపయోగించండి. అయితే మంచు ముక్క నీటికి తగిలి ఉండేలా చూడండి. ఇప్పుడు, సారాదీపంతో మంట కేవలం పరీక్షనాళిక పై భాగంలో మాత్రమే తగిలేలా చిత్రం 81లో చూపినట్లు వేడిచేయండి. నీరు త్వరలోనే మరిగి ఆవిరవుతుంది, అయితే, విచిత్రంగా నాళిక



చిత్రం 81. ఎగువన నీరు మరిగినా, దిగువన మంచు కరగదు.

అడుగున గల మంచుముక్క మాత్రం కరుగదు. 'మరిగే నీటిలో కూడా కరగని మంచు' ఇది ఒక చిన్న పాటి అద్భుతం.

నాళిక అడుగున ఉండేనీరు మరగడం లేదనేదే ఇందులో కిటుకు. ఆ నీరు చల్లగానే ఉంటుంది. మనం చూచేది మరిగే నీటిలో మంచుకాదు. "మరిగే నీటి కింద మంచును" మాత్రమే. వేడికి వ్యాకోచం చెందిన నీరు తేలికై పైకి లేస్తుంది. పరీక్ష నాళిక పై భాగాల్లోనే ఉంటుంది. కిందకు రాదు. పై భాగంలో వేడినీరు లేదా వేడి, చల్ల నీరు కలిసి ఉండడం జరుగుతుంది. నీరు ఉష్ణాన్ని తన గుండా

ప్రవహించనీయదు. వేడిమిని నాళిక అడుగుకు చేర్చడానికి మరో వాహకం లేదు కాబట్టి మంచు యథాతథంగా ఉంటుంది.

పైనా, కిందనా?

నీటిని వేడిచేయాలనుకుంటే, మనం పాత్రను నేరుగా మంట మీద పెడతాం అంతేగాని మంట పక్కన పెట్టము. మంటతో వేడెక్కిన గాలి పల్చనై తేలికై పైకి పోవాలని ప్రయత్నిస్తూ, పాత్ర చుట్టూ చేరుతుంది, కాబట్టి నీరు కాచడానికి ఇదే చాలా మంచిపద్ధతి. ఈ రకంగానయితే వేడిమినుండి మనం పూర్తి లాభాన్ని పొందగలం.

కానీ, ఏదయినా వస్తువును మంచుతో చల్లబరచాలంటే ఏం చేయాలి? చాలా మంది, చల్లబరచదలుచుకున్న పాత్రను, ఒక పాలగిన్నె అనుకోండి, తీసుకుపోయి మంచు మీద ఉంచుతారు. మంచుతో చల్లనయిన గాలి బరువయి దాని కిందకు వస్తుంది. కాబట్టి గిన్నెను మంచుమీద పెట్టడం సరియయిన పద్ధతి కాదు. కాబట్టి ఏదయినా గిన్నెనో, పాత్రలోని ద్రవాన్నో చల్లబరచదలుచుకుంటే, దాన్ని మంచుమీద పెట్టడం కాకుండా, దాని మీద మంచును పెట్టాలి.

దీన్ని మరింత వివరంగా చెప్పనివ్వండి. నీటి పాత్రను మంచు మీద పెడితే, నీటిలో అడుగుభాగం మాత్రమే చల్ల బడుతుంది. మిగతా నీటి చుట్టూ చల్లబడని గాలి ఉంది. అదే, మంచును మూత మీద పెడితే, నీరు మరింత త్వరగా చల్లబడుతుంది. చల్లబడిన పైనీరు కిందకు దిగుతుంది. కిందనుండే నీరు దాని స్థానంలో పైకి వస్తుంది. ఇలా జరుగుతూ మొత్తం నీరు చల్లబడుతుంది. (శుభ్రమయిన నీరు 4° సెం. వరకు మాత్రమే చల్ల బడుతుంది. అప్పుడు దాని సాంద్రత అధికతరంగా ఉంటుంది. అంతకంటే మనం ఏ పానీయాలను కూడా చల్లబరచనవసరం లేదుగదా!) ఈ లోగా మంచు చుట్టు గల గాలి కూడా చల్లబడి పాత్ర చుట్టు ఆవరించుకుంటుంది.

మూసిన కిటికీలోంచి ఈదురుగాలి :

కిటికీ తలుపులు గట్టిగా మూసి ఉన్నప్పటికీ, అందులో పగుళ్ళేవీ లేకపోయినా, ఆ కిటికీ సందుల్లోంచి జోరుగా గాలి, గదిలోకి రావడం, (చలిదేశాలలో) మామూలే. ఇది వింతగా కనబడుతుందేమోగానీ, ఇందులో ఆశ్చర్యం ఏమాత్రం లేదు.

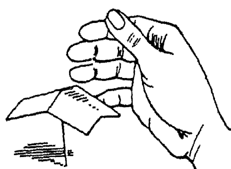
గదిలోని గాలి ఏ ఒక్క క్షణం కూడా స్థిరంగా నిలిచి ఉండదు. గాలి చల్లగా లేదా వెచ్చగా మారుతున్న కొద్దీ, కనబడని తరంగాలు తిరుగుతూనే ఉంటాయి. గాలి వెచ్చనైనకొద్దీ పల్చగా తేలికగా అవుతుంది. చల్లబడితే చిక్కనై, బరువవుతుంది.

కిటికీల పక్కన, బయటి గోడల పక్కన ఉండే చల్లని బరువయిన గాలి నేలకు చేరి, వెచ్చని తేలికయిన గాలిని, ఇంటిపైకప్పుకు పంపుతుంది. బుడగ ఈ

విషయాన్ని బాగా రుజువు చేయగలదు. రబ్బరు బుడగకు, చిన్న బరువు కట్టి అది గాలిలో తేలియాడేలా చేయాలి. దాన్ని పొయ్యి ఉండేచోట వదిలేయండి. అది నెమ్మదిగా పొయ్యి దగ్గరి నుండి పైకప్పుకు చేరి, ఆ తర్వాత కిటికీ దగ్గరకు వస్తుంది. అక్కడినుండి నేల మీదకు వచ్చి, తిరిగి పొయ్యివద్దకు చేరుతుంది. మళ్ళీ ఇంతకు ముందటి మార్గంలోనే ప్రయాణం కొనసాగిస్తుంది (శీతల దేశాలలో ఇళ్లలోని గాలి ఈ విధంగా తిరుగుతూ ఉంటుందని అర్థం – అనువాదకుడు). అందుకే కిటికీ మూసి ఉన్నా, అందులోంచి గాలి లోపలికి చొచ్చుకు వస్తుంది.

వింత చక్రం :

సిగరెట్టు పెట్టెలోని ఉలిపిరి కాగితం తీసుకుని అందులోంచి దీర్ఘ చతరస్రాకారంగా ఒక ముక్కను కత్తిరించండి. దాన్ని అడ్డంగా ఒకటి, నిలువుగా ఒకటి, రెండు మడతలు పెట్టి మళ్లీ విప్పదీస్తే, దాని గరిమనాభి ఎక్కడుందో తెలుస్తుంది. ఒక సూదిని బల్లమీద గుచ్చండి. కాగితం గరిమనాభి సూది చివర మీద నిలబడేట్లు కాగితాన్ని నిలబెట్టండి. అది పడకుండా నిలబడుతుంది. ఇప్పటి వరకు ఇందులో రహస్యం ఏమిలేదు. చిత్రం 82లో చూపినట్లు మీ చేతిని కాగితం దగ్గరకు తీసుకురండి. చేతిని నెమ్మదిగా తేవాలి. లేకుంటే గాలితోపుడుతో కాగితం కిందపడుతుంది. కాగితం గుండ్రంగా తిరగనారంభిస్తుంది. మొదట్లో అది నెమ్మదిగా తిరుగుతుంది. నెమ్మదిగా వేగాన్ని పుంజుకుంటుంది. చేతిని తీసేస్తే, కాగితం తిరగడం ఆగిపోతుంది. మళ్లీ చేతిని దగ్గరకు తెస్తే, అది తిరగడం మొదలు పెడుతుంది.



చిత్రం 82. ఈ కాగితం ముక్క ఎందుకు తిరుగుతుంది?

1870 లో ఒకసారి, ఈ ప్రయోగాన్ని చూచి, మనకు అంటే మనుషుల శరీరాలకు ఏవో వింత శక్తులున్నాయని అనుకున్నారు. మానవ శరీరంలోని రహస్యమయ ద్రవాల ఉనికి, రుజువయిందని మంత్రవాదులు సంతోషించారు. అయితే, నిజానికి ఇందులో అసహజం ఏమీ లేదు. చేతిని దగ్గరికి తేగానే, దాని చేరువనున్న గాలి వేడెక్కుతుంది. ఆ గాలి పైకి లేస్తుంది. కాగితాన్ని కదిలిస్తుంది. అందుకే కాగితం గుండ్రంగా తిరుగుతుంది. కాగితం కొంచెంగా మడతబెట్టి ఉందిగాబట్టి అలా తిరుగుతుంది. ఇలాంటి కాగితాన్ని దీపాలమీద అమర్చినా ఇలాగే తిరుగుతుంది.

కాగితాన్ని కొంచెం, జాగ్రత్తగా పరిశీలిస్తే అది ఎప్పుడూ ఒకే దిశగా తిరుగుతున్నట్లు గమనించవచ్చు. అది మణికట్టు వేపునుండి వేళ్ల దిక్కుగా తిరుగుతుంది. చేతి

వేళ్లకన్నా అరచేయి ఎప్పుడూ ఎక్కువ వెచ్చగా ఉంటుంది. కాబట్టే అరచేతి దగ్గరనుండి వచ్చే వెచ్చని గాలి బలంగా ఉంటుంది. జ్వరంగా ఉండే, శరీరం వేడిగా ఉండేవారు ఈ ప్రయోగం చేస్తే కాగితం మరింత వేగంగా తిరుగుతుంది. ఈ రకమయిన పరిభ్రమణం గురించి మాస్కో మెడికల్ సొసైటీకి 1876లో ఒక పత్రాన్ని పంపారంటే మీకు సరదా అనిపించవచ్చు.

మీ కోటు మీకు వెచ్చదనాన్ని ఇస్తుందా?

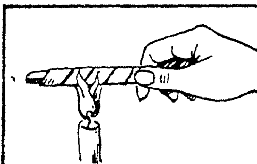
కోటు మీకు వెచ్చదనాన్ని ఇవ్వదు అని నేనంటే, మిమ్మల్ని ఆటపట్టిస్తున్నాను అనుకుంటారేమో! నేను దాన్ని నిరూపించగలిగితే? అయితే ఈ ప్రయోగం చేయండి. ఒక మామూలు థర్మామీటరును తీసుకుని అందులో రీడింగును గమనించండి. అప్పుడు దాన్ని మీ ఉన్ని కోటులో చుట్టి కొన్ని గంటలపాటు వదిలేయండి. అప్పుడు రీడింగు మరోసారి చూడండి. ముందు ఎంత ఉండిందో అంతే ఉంటుంది. మీ ఉన్నికోటు మీకు వెచ్చదనం కలుగజేయదు అని నమ్మకం కుదిరిందా? రెండు సంచులలో మంచుముక్కలు వేసి ఒక దాన్ని ఉన్ని కోటులో కప్పి ఉంచండి. మరోదాన్ని బయట వదిలేయండి. రెండవ సంచిలో మంచు కరిగిపోయిన తర్వాత, కోటులో పెట్టిన సంచీని తీసి చూడండి. అందులోని మంచు, ఇంచుమించు కరగకుండానే ఉంటుంది. మంచును కోటు, వెచ్చజేయలేకపోయింది, సరికదా, దాన్ని చల్లబరిచి, కరగకుండా ఉంచింది.

అంటే ఉన్నికోటు వెచ్చదనాన్ని ఇస్తుందా? వెచ్చదనం అంటే వేడిని సరఫరా చేయడం అని గనుక అనుకుంటే, "లేదు!" అని ఈ ప్రశ్నకు జవాబు. ఒక దీపం వెచ్చదనం ఇస్తుంది, పొయ్యి ఇస్తుంది. అలాగే మన శరీరం కూడా వెచ్చదనాన్ని ఇస్తుంది. ఇవన్నీ వేడికి వనరులు. మీ కోటు మాత్రం అలాకాదు. దానిలో మనకివ్వడానికిగాను, దానిదంటూ వేడిమి లేనేలేదు. అది మన శరీరం నుండి వెచ్చదనం నష్టం కాకుండా కాపాడగలుగుతుంది. తమ శరీరాల్లోనే వెచ్చదనం పుట్టే, వేడిరక్తపు జంతువులు, బొచ్చు ఉన్నప్పుడు చాలా వెచ్చగా ఉంటాయి. అది లేకుంటే వాటికి చలి తగులుతుంది. మనం ప్రయోగానికి తీసుకున్న థర్మామీటరులో స్వతహాగా వేడిమి లేదుగనుక, దాన్ని కోటులో చుట్టినంత మాత్రాన రీడింగు మారనవసరంలేదు. కోటు, ఉష్ణాన్ని తనగుండా ప్రవహించనీయదు గనుక, అందులో చుట్టిన మంచుముక్కలు కరగడానికి ఎక్కువ కాలం పట్టింది. దానికి వెలుపలి నుండి వెచ్చదనం తాకకుండా కోటు ఆపింది.

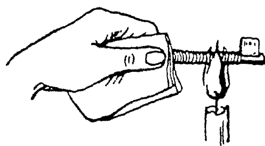
భూమి మీద కురిసిన మంచు కూడా జంతువుల ఉన్ని లాంటిదే. అది కూడా మంచి ఉష్ణవాహకం కాదు. అందుకనే ధాని కింది భూమి నుండి వెచ్చదనాన్ని పోనీయదు. అందుకే మంచుకప్పిన నేల, మామూలు చోటికన్నా, కనీసం 10° సెం. వెచ్చగా ఉంటుంది.

కాబట్టి ఉన్నికోటు వెచ్చదనాన్ని ఇస్తుందా అనే ప్రశ్నకు, అది మనలను వెచ్చగా

గ్రహిస్తుంది. పెట్టెను తన మరిగే వేడిమి అంటే 335°సెం. కన్నా వేడి కాకుండా చేస్తుంది. ఆ వేడిమికి పెట్టె సులభంగా తట్టుకుంటుంది. తగలబడి పోదు.



చిత్రం 85. కాలని కాగితం.



చిత్రం 86. కాలని దారం

చిత్రం 85లో మరో సులువయిన ప్రయోగం చూపబడింది. ఒక లావుపాటి మేకును, లేదా ఇనుము లేక రాగి కడ్డీని ఒక దాన్ని తీసుకోండి. దాని చుట్టూ ఒక కాగితాన్ని గట్టిగా మలుచుట్టుగా తిప్పండి. దాన్ని మంటమీద ఉంచండి. మంట కాగితానికి తగులుతుంది. మసి పట్టిస్తుంది కూడా. కానీ కడ్డీ ఎరుపువేడికి వచ్చేదాకా, మండి పోకుండా ఉంటుంది. లోహము యొక్క మంచి ఉష్ణవాహక శక్తే ఇందుకు కారణం. ఇదే ప్రయోగాన్ని గాజుకడ్డీతో చేస్తే కాగితం నిలవదు. మండిపోతుంది. చిత్రం 86 లో ఒక తాళం చెవి చుట్టు చుట్టిన 'తగలబడని దారం' చూపబడింది.

మంచుమీద ఎందుకు జారుతుంది?

పాలిష్ చేయని నేలమీదకన్నా, చేసిన నేలమీద సులభంగా జారవచ్చు. అలాంటప్పుడు ఎగుడుదిగుడుగా ఉండే మంచుమీదకన్నా నునుపుగా ఉండే మంచుమీద సులభంగా జారాలికదా! అయితే ఇలా కాకుండా, నునుపు మంచుమీదే కాక, గరుకుమంచుమీదే స్లెడ్ బండి సులువుగా జారుతుంది. మంచు ప్రాంతాలలో స్లెడ్ బండిని వాడిన వారికి ఈ సంగతి అనుభవమయి ఉంటుంది. ఈ ఎగుడు దిగుడు మంచు ఎందుకింత జారుడుగా అయింది? మంచుకు జారుడు లక్షణం అది నునుపుగా ఉండడంవల్ల రాదు. దాని మీద ఒత్తిడి కలుగజేసినపుడు ద్రవీభవన స్థానం తగ్గిపోవడం వల్ల మాత్రమే అది జారుడవుతుంది.

స్లెడ్ బండి మీదగాని స్కేట్స్‌మీద గాని మంచుమీద జారితే ఏమవుతుంది. స్కేట్స్ మీదనయితే, మన శరీరం బరువు మొత్తం ఏవో కొన్ని చదరపు సెంటిమీటర్ల పరిధిలో విస్తరిస్తుంది. ఈ పుస్తకంలోని రెండవ అధ్యాయాన్ని గుర్తు చేసుకుంటే స్కేట్స్ వల్ల మంచుమీద ఒత్తిడి ఏర్పడుతుందని కూడా జ్ఞాపకం వస్తుంది. ఒత్తిడి ఎక్కువయినపుడు మంచు చాలా తక్కువ ఉష్ణోగ్రత వద్దే కరుగుతుంది. ఉదాహరణకు మంచు ఉష్ణోగ్రత సున్నాకన్నా 5°సెం. తక్కువగా ఉందనుకోండి. స్కేటింగ్ చేసే వారి ఒత్తిడి, వారి కాళ్ల కింది మంచును మామూలుకన్నా 6° లేదా 7° తక్కువ ఉష్ణోగ్రత వద్దే కరిగిస్తుంది. ఈ మంచు కరుగుతుంది. మంచుకరిగే

ఉష్ణోగ్రతను ఒక డిగ్రీ సెం. తగ్గించాలంటే చదరపు సెంటీమీటరుకు 130 కి.గ్రా.ల ఒత్తిడి కలిగించవలసి ఉంటుందని, సిద్ధాంతపరంగా లెక్క వేయబడింది. స్కేటింగు చేసే వారు గానీ, స్లెడ్ బండిలోగానీ ఇంత ఒత్తిడిని కలుగజేయగలుగుతారా?

వారు మంచును తగిలి ఉండే భాగాల మీద, బరువు వ్యాపించితే, ఒత్తిడి చాలా తక్కువగా ఉంటుందని సులభంగానే ఊహించవచ్చు. అంటే మంచుకు తగులుతున్న అడుగు భాగాలు మొత్తం కాక, అందులో కొంత భాగమేనని తెలుస్తుంది. (ఈ సిద్ధాంతం పరంగా లెక్కలు వేసేటప్పుడు, కరగడంలో మంచు, నీరు ఒకే రకమయిన ఒత్తిడికి గురవుతాయని గుర్తుంచుకోవాలి. ఇక్కడి పరిస్థితుల్లో మంచుకరిగిన నీరు కూడా ఒత్తిడికి గురవుతుంది. అంటే మంచును కరిగించడానికి మరింత తక్కువ ఉష్ణోగ్రత వద్దే వీలవుతుందని అర్థం. సంపాదకుడు) ఈరకంగా జరగడం వల్ల, స్కేట్, లేదా స్లెడ్ పట్టీలకు మంచుకు మధ్యన సన్నటి నీటిపొర ఏర్పడుతుంది. దీనిమీద జారుడుగా ఉండడం ఏవిధంగాను ఆశ్చర్యకరం కాదు. ముందుకు కదిలిన కొద్దీ ఇదే ప్రక్రియ జరుగుతూపోతుంది. అంటే జారుతున్న వారు వరుసగా ఒక నీటిపొరమీద జారుతుంటారు. మంచుకు మాత్రమే ఈ లక్షణం ఉంది. ఒక రష్యన్ భౌతిక శాస్త్రవేత్త అందుకే దీన్ని 'ప్రకృతిలోని ఏకైక జారుడు పదార్థం' అన్నాడు. మిగతా వస్తువులన్నీ నునుపుగా ఉంటాయంతేగానీ జారుడుగా ఉండవు.

మళ్లీ ఒకసారి మొదటికి వద్దాం! నునుపు మంచుకన్నా ఎగుడు దిగుడు మంచు ఎందుకు ఎక్కువ జారుడుగా ఉంటుంది. అదే బరువు, నేలకు తగులుతున్న విస్తీర్ణాన్ని బట్టి, ఒత్తిడిలో మార్పులుంటాయని ఇంతకు ముందే తెలుసుకున్నాం. అటువంటప్పుడు ఎక్కువ ఒత్తిడి నునుపు మంచు మీదనా? లేక ఎగుడు దిగుడు మంచు మీదనా ఎక్కువ కలిగేది? బరువంతా కేవలం కొన్ని గతుకుల మీద మాత్రమే మోపబడుతుందిగాబట్టి ఒత్తిడి గతుకులుగా ఉండే ఎగుడుదిగుడు మంచుమీదే ఎక్కువగా ఉంటుంది. ఒత్తిడి ఎక్కువయిన కొద్దీ, మంచుకరగడం సులువవుతుంది. మంచుమరింత జారుడవుతుంది. అయితే స్లెడ్ పట్టీలు తగినంత వెడల్పుగా ఉండాలి. (స్కేట్స్ విషయంలో ఈ తీరు నిజం కాదు. అందులో చలన శక్తి, గతుకులను కొట్టివేయడానికి ఖర్చవుతుంది.)

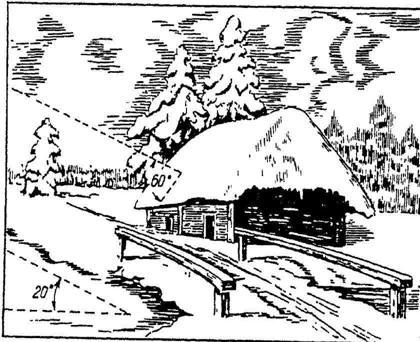
ఒత్తిడి వల్ల మంచు త్వరగా కరగడమనే ఈ ప్రక్రియ, మనం చూచే కొన్ని ఇతర విషయాలను కూడా విశదీకరిస్తుంది. ఈ లక్షణం వల్లనే, రెండు మంచు ముక్కలను ఒకదానికొకటి వేసి బాగా అదిమితే, అవి అంటుకుపోతాయి. మంచు ముద్దల్తో చిమ్ముకునే పిల్లలు కూడా ఈ లక్షణాన్ని తమకు తెలియకుండానే వాడుకుంటారు. పొడిమంచును ఎత్తి ఉండకట్టడానికి, అదిమినపుడు, ఒత్తిడే దానికి ఉండరూపం కలుగజేస్తుంది. మంచుతో మనిషి బొమ్మను తయారు చేసే వారుకూడా ఈ పనే చేస్తారు. అందుకే మంచు మరీ చల్లగా ఉన్నప్పుడు, దాన్నిముద్ద కట్టడం, బొమ్మచేయడం సులభంగా వీలుకాదు. దారిలో పడ్డ మంచుమీద చాలామంది నడుస్తూపోయిన తరువాత, అది ఒక గట్టిపెంకుగా కరుడుగడుతుంది.

మంచు ఈటెల సమస్య :

ఇంటిచూరుల, అంచుల మీదనుండి చొచ్చుకు వచ్చే, ఈటెల వంటి మంచు సూదులు ఎలా తయారయ్యాయో ఆలోచించారా? అవి ఎప్పుడు తయారవుతాయి. మంచు కరుగుతున్నపుడా? గడ్డకడుతున్నపుడా? కరిగేటపుడయితే, ఆ ఉష్ణోగ్రతలో అది తిరిగి గట్టిబడడం ఎలా జరిగింది? అలా కాక గట్టిబడేటపుడయితే, ఆ చూరుల కొసలకు, నీరు, ఎక్కడినుండి వచ్చింది?

చూశారుగా, ఈ సమస్య అనుకున్నంత సులభంకాదు. ఈ మంచు ఈటెలు తయారు కావాలంటే, ఒకేసారి రెండు రకాల ఉష్ణోగ్రతలు అవసరం. నిజంగా అలాగే జరుగుతుంది కూడా. చూరు మీది మంచు, ఎండవేడిమికి కరుగుతుంది. ఈనీరు చూరునుంచి కారేలోగా, తిరిగి గడ్డకడుతుంది. (గదిలో వెచ్చదనం వల్ల కప్పు వేడెక్కి కూడా, ఈటెలు తయారవుతాయి. అది వేరే విషయం).

చిత్రం 87. ఎండకు నేలకంటె ఏటవాలు కప్పు ఎక్కువగా వేడెక్కుతుంది.



ఇలా ఊహించండి. అది ఎండకాస్తున్న రోజు. అయితే ఉష్ణోగ్రత మాత్రం సున్నా కన్న ఒకటి రెండు డిగ్రీలు మాత్రమే తక్కువగా ఉంది. ఎండ అంతటా వ్యాపించింది. ఏటవాలుగా పడే సూర్యకిరణాలు భూమి మీది మంచును కరిగించలేక పోతున్నాయి. కానీ, ఏటవాలుగా ఉండే ఇంటికప్పును, అవి ఇంచుమించు లంబ కోణంలో తాకుతాయి. అప్పుడు కప్పుమీద మంచు కరుగుతుంది. సూర్యకిరణాలు పడే కోణం ఎంత పెద్దదిగా ఉంటే అంత వెలుతురును, వేడిమిని ఇస్తాయి. ఈ కోణం యొక్క 'సైన్' విలువకు అనులోమంగా సూర్యకిరణ ప్రభావం ఉంటుంది. చిత్రం 87 విషయంలో, ఇంటి కప్పుమీద, భూమిమీదకన్నా రెండున్నర రెట్లు ఎక్కువ వేడిమి ఉంటుంది. మంచు కరిగి చూరుమీదుగా జారుతుంది. చూరుకింద మాత్రం వేడిమి సున్నాకు తక్కువగా ఉంటుంది. పైగా నీటిబొట్లు, భాష్పీకరణం వల్ల మరింత చల్లనవుతాయి. కాబట్టి గడ్డకడతాయి. దాని మీదకు మరో నీటి

బొట్టు జారి అదికూడా గడ్డకడుతుంది. అలా వరుసగా నీరు జారుతూ, ఒక ఈటెలాంటి ఆకారం కిందకు వేలాడుతూ వస్తుంది. వారం రోజుల తర్వాత మళ్లీ ఒకసారి ఇలాంటి వాతావరణం వస్తుంది. ఈటె ఆరకంగా పెరుగుతూ పోతుంది. భూగర్భపు గుహల్లో స్టాలక్టైట్లు కూడా ఇలాగే పెరుగుతాయి.

సూర్యరశ్మి పడే వాలుకోణం ఇంకా గొప్ప వింతలను చేస్తుంది. వివిధ వాతావరణ ప్రాంతాలు, రుతువులు వీటివల్ల ఏర్పడతాయి. (అయితే ఇవే మొత్తం కారణం కావు) మారిపోతుండే దినాల నిడివికూడా ఒక కారణం. సూర్యునితో పోల్చి చూస్తే భూమి తన అక్షం మీద వాలి ఉండడం వల్ల ఇవన్నీ జరుగుతాయి. సూర్యుడు మనకు వేసవిలోనూ, చలికాలంలోనూ ఒకే దూరంలో ఉంటాడు. ధృవాలనుంచి, భూమధ్యరేఖనుంచి ఒకే దూరంలో ఉంటాడు. వీటిల్లో ఉండే తేడాలు (లెక్కచేయనవసరం లేనంత) చాలా తక్కువ. అయితే భూమధ్యరేఖ వద్ద సూర్యకిరణాలు నేలను తాకే కోణం, ధృవాల వద్దకన్నా ఎక్కువగా ఉంటుంది. ఎండకాలంలో ఈ కోణం మరింత పెద్దదవుతుంది. ఈ పరిస్థితివల్లనే ఉష్ణోగ్రతలో మార్పులు, తద్వారా ప్రకృతిలోని ఇతర మార్పులు ఏర్పడతాయి.

విసనకర్రలు :

ఆడవారు విసనకర్రలతో విసురుకుంటూ సేదదీర్చుకుంటారు. ఈ పనివల్ల, వారి చుట్టు పట్ల ఉన్నవారికి ఎటువంటి హాని లేదని, నిజానికి ఇది వారికందరికీ సాయం చేస్తుందని అనుకోవడం మామూలు. ఈ సంగతి నిజమేనేమో చూద్దాం.

విసనకర్రతో విసురుకుంటే ఎందుకు చల్లగా అనిపిస్తుంది? మన ముఖాలకు నేరుగా తగులుతున్న గాలి వేడెక్కుతుంది. కనబడకుండా ఉండే, ఈ వెచ్చని గాలిముసుగే మన ముఖాలు వేడి చేస్తుంది. లేదా, ముఖంనుండి మరింత వేడి బయటకు రాకుండా చేస్తుంది. గాలి కదలకుండా ఉంటే, ఈ వేడి గాలి తెరను, చల్లని గాలి వచ్చి, నెమ్మదిగా పైకి తోస్తుంది. మనం ఈ వెచ్చని తెరను విసనకర్రతో చెదరగొడితే, ముఖానికి వెచ్చగా లేని గాలి వచ్చి తగులుతుంది. ఆ గాలిలోకి ముఖం నుండి వేడి వచ్చి చేరుతుంది. అలా ముఖం నుండి వెచ్చదనం, బయటకు పోయిన కొద్దీ, మనకు చల్లగా అయినట్లు అనిపిస్తుంది.

అంటే, విసనకర్రలు వాడుతున్నవారు వెచ్చని గాలి తెరలను, అదే పనిగా చెదరగొడుతూ ఉంటారు. ఆ స్థలంలోకి వెచ్చగా లేని గాలి వస్తుంటుంది. ఆ గాలి వేడెక్కగానే తిరిగి చెదిరి పోతుంది. కొత్తగాలి వస్తుంది.

విసనకర్రల వల్ల, ఈ రకంగా గాలి త్వరత్వరగా కదులుతుంది. గదిలో వేడిమి అంతటా సమానమవుతుంది. అంటే, మరోమాటలో, గదిలో ఉండే ఇతరుల చుట్టు ఉన్న చల్లగాలిని వాడుకుని, విసనకర్ర గలవారు, తమను తాము చల్ల బరుచుకుంటారు. ఇందులో మరొక పరిస్థితి కూడా ఉంది. దాని గురించి వివరాలు చూద్దాము.

గాలిలో చలి ఎందుకు ఎక్కువనిపిస్తుంది?

వాతావరణం ప్రశాంతంగా ఉన్నరోజులకన్నా, గాలులు వీచే రోజున చలి ప్రభావం ఎక్కువ ఉంటుంది. అయితే, చాలా మంది ఈ విషయాన్ని వివరంగా గమనించరు. కేవలం ప్రాణికోటి మాత్రమే గాలివల్ల ఎక్కువ చలికి గురవుతాయి. గాలి వల్ల ఉష్ణోగ్రత మాత్రం మారదు. థర్మామీటర్‌లో రీడింగు మారదు. గాలి వీచేరోజున ఎక్కువ చలిపుట్టడానికి కారణం, గాలి ముఖం నుండి, శరీరం నుండి, ఎక్కువ వేడిమిని తొలగించడమే. ప్రశాంత వాతావరణంలో, శరీరం చుట్టు ఉండే, వెచ్చనయిన గాలి, అంత త్వరగా చెదిరిపోదు. గాలి ఎక్కువయిన కొద్దీ, ప్రతినిమిషం శరీరానికి తగిలే గాలి మోతాదు పెరుగుతుంది. ఫలితంగా ప్రతినిమిషం ఎక్కువ వెచ్చదనం శరీరం నుండి బయటకు పోతుంది. చలి పెరగడానికి ఈ ఒక్క కారణం చాలు.

కానీ ఇందుకు ఇంకో కారణం కూడా ఉంది. మన చర్మం ఎప్పుడూ, చలిలో గాలిలో కూడా తేమను వదులుతూ ఉంటుంది. చెమట పట్టాలంటే వెచ్చదనం ఉండాలి. ఈ వెచ్చదనం మన శరీరం నుండి, దాన్ని తగిలి ఉండే గాలినుండి వస్తుంది. గాలి కదలకుండా ఉంటే, అది · తేమతో సంతృప్తమయి పోతుంది, గనుక చెమట పట్టడం నెమ్మదవుతుంది. తేమగాలిలో, నీరు ఆవిరవడం తగ్గుతుంది గదా! చుట్టూ ఉండే గాలి కదులుతూ ఉండి, నిమిష నిమిషానికి కొత్తగాలి వచ్చి శరీరానికి తగులుతుంటే, ఎక్కువ చెమట పడుతుంది. ఇందుకు అవసరమయిన అదనపు వెచ్చదనం శరీరంలో నుండే వస్తుంది.

అయితే గాలికి ఈ చల్లబరిచేశక్తి ఎంత ఉంటుంది? ఇది వీచేగాలి వేగం మీద వేడిమి మీద ఆధారపడి ఉంటుంది. నిజానికిది, అనుకున్నదానికంటే బాగా ఎక్కువగా ఉంటుంది. శరీరంలో చర్మపు ఉష్ణోగ్రతను, గాలి, ఎంతగా తగ్గిస్తుందో చూపడానికి తగు ఉదహారణ ఒకటి చూడండి గాలి ఉష్ణోగ్రత 4° సెం. ఉందనుకుందాము. అప్పుడు గాలి నిశ్చలంగా ఉందని కూడా అనుకుందాము. అప్పుడు చర్మం ఉష్ణోగ్రత 31° సెం. ఉంటుంది. మెల్లని గాలి తెమ్మెర సెకండుకు రెండు మీటర్ల వేగంతో వీస్తే, చర్మం వెచ్చదనం 7° సెం. పడిపోతుంది. ఈ రకం గాలిలో జెండాలు రెపరెపలాడవు. ఆకులు కదలవు. జెండా రెపరెపలాడేట్లు, ఆకులు, అల్లాడేట్లు అంటే సెకండుకు ఆరుమీటర్ల వేగంతో గాలివీస్తే, చర్మం వేడిమి 22° సెం. తగ్గుతుంది. అంటే 90° సెం.కి తగ్గుతుందన్నమాట.

కాబట్టి, మంచు ప్రభావం మనమీద ఎంత ఉంటుంది. తెలుసుకోవడానికి, కేవలం ఉష్ణోగ్రత చూస్తే చాలదు. గాలి వేగాన్ని కూడా లెక్కలోకి తీసుకోవాలి. బాల్టిక్ తీర ప్రాంతాల్లో గాలి సగటు వేగం నిమిషానికి ఆరు మీటర్లు ఉంటుంది. అందుకే ఉష్ణోగ్రత ఒకంతే ఉన్నాసరే, మాస్కోలోకన్నా లెనిన్‌గ్రాడ్‌లో ఎక్కువ చలిపుడుతుంది. మాస్కోలో గాలివేగం సెకండుకు 4.5 మీ. మాత్రమే. బైకాల్ సరస్సు ప్రాంతంలో చలిబాధ మరింత తక్కువ. అక్కడ గాలివేగం 1.3

మి./సెకండు మాత్రమే. యూరపులో గాలి వాతావరణానికి అలవాటుపడ్డవారు, తూర్పు సైబీరియాలో మంచును గురించి భయంకరంగా ఊహించుకుంటారు. కానీ నిజానికి అక్కడ పరిస్థితి అంత భయంకరంగా ఉండదు. అక్కడ గాలి చాలా తక్కువ. ముఖ్యంగా చలికాలంలో మరీ తక్కువ.

ఎడారి వడగాలులు :

ఇదంతా చెప్పినందుకు మీరు, 'ఎండలు మండుతున్న రోజున గాలి వీస్తే హాయిగా అనిపించాలి గదా?' అని అడుగుతారేమో! మరి ఎడారులలో వడగాడ్పుల సంగతేమిటి? ఈ వ్యతిరేక పరిస్థితికి కారణం ఉంది. ఉష్ణమండల ప్రాంతాల్లో గాలి శరీరాల కన్నా ఎక్కువ వేడిగా ఉంటుంది. అందుకే ఈ గాలుల వల్ల మనుషులకు ఎక్కువ వేడిమి తగలడంలో ఆశ్చర్యం లేదు. గాలి శరీరం నుండి వేడిమిని గ్రహించడం పోయి, మరింత వేడిని కలుగజేయడం వల్ల ఈ పరిస్థితి ఏర్పడుతుంది. ఇటువంటి చోట్లలో, శరీరానికి ఎక్కువగాలి తగిలినకొద్దీ, ఎక్కువ వేడిగా ఉంటుంది. భాష్పీభవన వేగం, ఈ గాలి వల్ల పెరుగుతుంది. అయినా దానివల్ల ప్రయోజనం ఉండదు. అందుకే ఎడారులలోని వారు ఉన్నిదుస్తులు, టోపీలు వాడుతుంటారు.

మేలిముసుగులు వెచ్చదనాన్ని ఇస్తాయా?

భౌతిక శాస్త్రానికి, ఇది మరో సమస్య. మేలిముసుగు వేసుకుంటే వెచ్చగా ఉంటుందని, ముఖం మీద ముసుగు లేకుంటే చలిపుడుతుందని, ఆడవారు అంటారు. (మన దేశంలో ఈ ముసుగుల అలవాటు తక్కువ. మనది మొదలే ఉష్ణదేశం. – అనువాదకుడు). వారి మాటల్లో నిజం లేదని, ఇదంతా ఆడవారి భ్రమ అని కొందరి నమ్మకం.

నేను ఇంతకు ముందు తెలియజేసిన వివరాలు చదివారు గాబట్టి. మీరు, స్త్రీల మాటల్లోని యథార్థాన్ని గుర్తించగలరనుకుంటాను. మేలిముసుగు గుడ్డలో రంధ్రాలు ఎంత పెద్దవిగా ఉన్నా, వాటిలోనుండి గాలి చొరడం తగ్గుతుంది గదా! అందుకని ముఖం ముందు ఉండే గాలి వెచ్చనవుతుంది. చల్లని గాలి వచ్చి, ఈ వెచ్చని గాలిని తోసివేయాలంటే ముసుగు అడ్డు తగులుతుంది. చాలా చల్లగా ఉండేరోజున ఆరు బయట తిరుగుతున్నప్పుడు, మేలిముసుగు వేసుకున్న స్త్రీలు, తాము వెచ్చదనాన్ని అనుభవించగలుగుతున్నామని అంటే, అందులో అబద్ధం లేదు. వారిని నమ్మవచ్చు!

చల్లనీటి కుండలు - కూజాలు :

ఏ మాత్రం మెరుగు లేకుండా ఉండే మట్టి పాత్రల్లో, ఏద్రవం పోసి ఉంచినా, అది చల్లబడడం మీరు చూచిఉంటారు. దక్షిణ దేశాలలో ఇవి ఎక్కువ కనబడతాయి.

స్పెయిన్‌లో వీటిని 'అల్కారజా' అంటారు. ఈజిప్టులో 'గౌలా' అంటారు (మన దేశంలో కూజాలు, కుండలు, గోలాలు, రంజన్‌లను గురించి ప్రత్యేకంగా చెప్పనవసరం లేదనుకుంటాను. అను.)

వీటిలోని రహస్యం చాలా సులువయినది. మట్టికుండ, గోడలలోకి పాకిననీరు, లేదా ద్రవం క్రమంగా ఆవిరవుతుంది. కాబట్టి ద్రవంలోనుండి, పాత్రలోనుండి ఉష్ణం నష్టమవుతుంది. అయితే దక్షిణదేశాల్లో ప్రయాణికులు, ఈ మట్టి పాత్రలో ద్రవాలు బాగా చల్లబడతాయని అంటూ ఉంటారు. ఈ విషయం ఎన్నో లక్షణాల మీద ఆధారపడి ఉంటుంది.

వాతావరణం ఎంత వేడిగా ఉండి, గాలి ఎంత వేడెక్కితే, పాత్ర గోడలలోకి వచ్చిన ద్రవం అంత త్వరగా ఇగురుతుంది. ఎక్కువగా కూడా పోతుంది. అప్పుడు పాత్రలోని ద్రవం కూడా బాగా చల్లబడుతుంది. వాతావరణంలోని తేమకూడా దీనిపై ప్రభావాన్ని చూపుతుంది. తేమ ఎక్కువయితే, నీరు ఆవిరవడం నెమ్మదవుతుంది. కుండలో నీరు కూడా త్వరగా చల్లబడదు. అందుకే పొడిగాలిలో నీరు త్వరగా చల్లనవుతుంది. గాలివీస్తే, ఇగరడం, మరింతవేగం అయి, పాత్రలోనీరు చల్ల బడడం కూడా ఎక్కువవుతుంది. వెచ్చగా ఉండి గాలి వీస్తున్నరోజున తడిగుడ్డలు పైన వేసుకుంటే, ఈ సంగతి బాగా తెలుస్తుంది. కుండల్లో నీరు, ఉన్నదానికంటే అయిదు డిగ్రీలకన్నా ఎక్కువ చల్లబడదు. బయట ఉష్ణోగ్రత 33° సెం. ఉంటే, కుండలో నీరు 28° ఉంటుంది. నిజానికి ఇది ఒక చల్లదనమే కాదు (ఇది రష్యాలో సంగతి! అను) ఈ కుండలను వాడుకునే ఉద్దేశ్యం కూడా అదికాదు. చల్లని ద్రవాలను చల్లగా ఉంచడానికే వాటిని వాడుకుంటారు.

కుండలో నీరు చల్లబడే తీరును కొంచెం లెక్కవేసి చూద్దాము. కుండలో 5 లీ. నీరు పడుతుందనుకుందాం. అందులో నుండి 0.1 లీ. ఆవిరయిందనుకుందాం. 33° సెం. ఉష్ణోగ్రత ఉండే రోజున, ఒక లీటరు నీటిని ఆవిరి చేయాలంటే 580 కేలోరీల శక్తి అవసరమవుతుంది. ఇక్కడ కుండలో 0.1 లీ. నీరు ఆవిరయింది. అంటే 58 కేలోరీలు ఖర్చయ్యాయి. ఇందుకు సరిపడిన వేడిమి మొత్తం కుండలోని నీటినుండే వచ్చిఉండే, నీరు $\frac{58}{5} = 12°$ సెం. చల్లబడాలి. అయితే, అందుకు అవసరమయిన వేడిమిలో ఎక్కువ భాగం కుండ గోడలనుండి వస్తుంది. దాని చుట్టు ఉండే గాలిలోంచి మరికొంచెం వస్తుంది. నీరు చల్లబడుతూ ఉండగా, మరోవేపు కుండచుట్టు ఉండే వెచ్చని గాలివల్ల, అది తిరిగి వేడెక్కుతుంటుంది గూడా! కాబట్టి నీరు, ఈ లెక్కతేలిన ఉష్ణంలో ఇంచుమించు సగం వరకు మాత్రమే చల్లనవుతుంది.

నీరు ఎండలో, నీడలో, ఎందులో ఎక్కువ చల్లనవుతుందో చెప్పడం కష్టం. ఎండలో భాష్పీభవనం ఎక్కువగా ఉంటుంది. కానీ చుట్టు వేడిమి కూడా ఎక్కువగానే ఉంటుంది. నీడలో గాలి బాగా ఆడేచోట పెడితే నీరు తొందరగా చల్లనవుతుందని నా అభిప్రాయం.

మంచులేని మంచుపెట్టె

నీరు ఆవిరవడంతో పుట్టే చల్లదనం ఆధారంగా, ఆహార పదార్థాలను చల్లబరచడానికి సరిపడే మంచుపెట్టెను తయారుచేయవచ్చు. కర్ర షెల్ఫు లేదా జింకుపూతపూసిన ఇనుప షెల్ఫును ఒకదాన్ని తీసుకోవాలి. దానిపైన ఒక పొడుగాటి పాత్రలో చల్లని నీరుపోసి ఉంచాలి. ఒక కాన్వాసు షెల్ఫు చుట్టు చుట్టి, దానిపై చివరలను చన్నీటి పాత్రలో ఉంచాలి. కింద చివరలు షెల్ఫు కింద మరో పాత్రలో నీటిలో ఉండేలా అమర్చాలి. పై పాత్రలో నుండే నీటితో కాన్వాసు తడుస్తుంది. దీపపు ఒత్తిలో నూనెలాగ ఆ నీరు గుడ్డలో వ్యాపిస్తూ ఇగిరిపోతూ ఉంటుంది. అప్పుడు షెల్ఫులోపలి అరలు చల్లబడతాయి. ఈ నిర్మాణాన్ని, గదిలో అన్నిటికన్నా చల్లని భాగంలో ఉంచాలి. ప్రతి సాయంత్రం పాత్రలో నీరు కొత్తగా పోయాలి. ఇక రెండుపాత్రలు కాన్వాసు, చాలా శుభ్రంగా ఉండాలని ప్రత్యేకంగా చెప్పనవసరంలేదు.

మనిషి ఎంత వేడిమిని భరించగలడు?

మనిషి సాధారణంగా అనుకునేకన్నా ఎక్కువ వేడిమిని భరించగలడు. సమశీతోష్ణ మండలాలలోని వారు ఏమాత్రం భరించలేని వేడిని దక్షిణ ప్రాంతంలోని వాడు సులభంగా భరిస్తారు. మధ్య ఆస్ట్రేలియాలో ఎండాకాలంలో, నీడలో ఉష్ణోగ్రత 46° సెం. వరకు వస్తుంది. ఈ వేడిమి 55° సెం.కు చేరిన సందర్భాలు ఉన్నాయి. ఎర్ర సముద్రంలో, పర్షియన్ గల్ఫుకు పోయే ఓడల్లో గాలి బాగా ఆడుతున్నప్పటికీ,

కేబిన్‌లో 50° ఉష్ణోగ్రత వస్తుంది.

ప్రపంచంలో గమనింపబడిన అత్యధిక సహజ ఉష్ణోగ్రత 57° సెం.కు మించలేదు. ఇది కాలిఫోర్నియాలోని 'మృత్యులోయలో' గమనించబడింది. రష్యాలో అత్యుష్ణ ప్రాంతం అయిన మధ్య ఆసియా భాగంలో వేడిమి 50° సెం.కు మించలేదు.

ఈ ఉష్ణోగ్రతలన్నీ నీడలో నమోదు చేసినవేనని మీరు గమనించి ఉంటారు. ఎందుకో నేనే చెపుతాను. నీడలో మాత్రమే గాలియొక్క సరియయిన ఉష్ణోగ్రతను థర్మామీటరు గుర్తించగలుగుతుంది. దాన్ని గనుక ఎండలో ఉంచితే, చుట్టూగాలిలో వేడికన్నా ఎక్కువ వేడెక్కడం తప్పదు. వేడిగాలుల గురించి మాట్లాడుతున్నా, ఎండకు చూపిన థర్మామీటరు గురించి చెప్పడంలో అర్థం లేదు.

మానవ శరీరం భరించగలిగే ఎక్కువ ఉష్ణోగ్రత గురించి ప్రయోగాలు చేశారు. పొడి గాలిలో, వేడిమిని నెమ్మదిగా క్రమంగా పెంచుకుంటూపోతే, నీరు మరిగే స్థానం 100° సెం. దాటి, 160° సెం. దాకా, భరించడానికి వీలుంటుందని, బ్రిటిష్ భౌతిక శాస్త్రజ్ఞులు బ్లాగ్‌డెన్, సెంట్రీలు నిరూపించారు. వారు కేవలం ఈ విషయాన్ని రుజువు చేయడానికే, గంటల తరబడి వేడికొలిమిల్లో కూచున్నారు. "మనుషులకు ఏ హానీ కలగకుండా ఉండగలిగే వేడిమిలో, గ్రుడ్లను ఉడక బెట్టవచ్చు,

మాంసాన్ని వేపుకోవచ్చు" అంటారు టిండల్ ఈ విషయంలో.

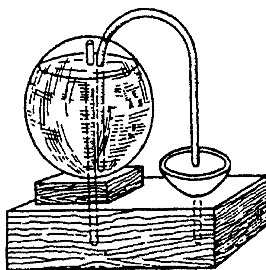
ఇదెలా వీలవుతుంది? శరీరం వేడిమి మామూలుకు చేరువగానే ఉంటూ, అదనపు వేడిని తిప్పికొడుతుందనేదే కిటుకు. బాగా చెమటలు కారడం ద్వారా ఈ విధంగా జరుగుతుంది. శరీరాన్ని చుట్టుకొని ఉండే గాలిలో, ఎక్కువ భాగం వేడిమిని ఈ చెమటే పీల్చుకుంటుంది. అలా శరీరపు ఉష్ణోగ్రత తగ్గుతుంది. ఇక్కడ శరీరం ఉష్ణం పుట్టించే స్థానానికి తగలకూడదనీ, గాలి ఖచ్చితంగా పొడిగా ఉండాలని మాత్రం తప్పకుండా గుర్తుంచుకోవాలి.

లెనిన్‌గ్రాడ్‌లో 24° సెం. వేడిగాలులను భరించడంకన్నా, మధ్య ఆసియాలో 37° సెం. వేడిమిని భరించడం సులభం. లెనిన్‌గ్రాడ్‌లో గాలి చాలా తేమగా ఉండడమే ఇందుకు కారణం. మధ్య ఆసియాలో వర్షాలు చాలా అరుదు, గనుక అక్కడిగాలి పొడిగా ఉంటుంది.

ఉష్ణమాపకాలా? పీడన మాపకాలా?

స్నానం కోసం నీళ్లతోడి, అందులో భారమితిని ఉంచిచూస్తే, తుఫానువచ్చే సూచన కనిపించిందట. అందుకే ఒక మహాశయుడు అప్పూటకు స్నానం మానుకున్నాడట! ఈ కథ గురించి మీరు వినే ఉంటారు.

బారో మీటర్లు (భారమితి లేదా వాతావరణంలోని ఒత్తిడిని కొలిచే సాధనం), థర్మామీటర్ల మధ్యగల భేదాన్ని గుర్తించడం అనుకున్నంత సులువు మాత్రం కాదు. కొన్ని థర్మామీటర్లను బారోమీటర్లనవచ్చు. బారోమీటర్లను థర్మామీటర్లని కూడా అనవచ్చు. అలెగ్జాండ్రియా వాసి హిరోన్ తయారుచేసిన థర్మోస్కోప్ అనే పరికరం ఇందుకొక ఉదాహరణ. దీన్ని ఎండలో ఉంచితే, గాజు జాడీ పై భాగంలోని గాలి, వ్యాకోచం చెంది, నీటిపై ఒత్తిడి కలిగిస్తుంది. నీరు అప్పుడు వంపుగల గొట్టంలోంచి



చిత్రం. 87 ఎ హిరోన్ థర్మోస్కోపు:

బయటకు వచ్చి, గరాటులోపడి, కింది పెట్టెలోకి చేరుతుంది. వాతావరణం చల్లగా ఉన్నప్పుడు, ఇందుకు వ్యతిరేకంగా జాడీలో గాలి తగ్గిపోయి, పెట్టెలోని నీటిపై కలిగే వాతావరణం పీడనం అందుకు తోడయి, నీరు నిలువు గొట్టం ద్వారా తిరిగి జాడీలోకి వస్తుంది.

ఈ పరికరం వాతావరణ పీడనంలోని మార్పులను కూడా గుర్తించగలుగుతుంది. ఈ పీడనం తగ్గితే, లోపలిగాలి మాత్రం, ముందటి పీడనంలో ఉండి వ్యాకోచిస్తుంది. అలా జాడీలోని కొంతనీరు వంపుగొట్టం గుండా గరాటులో పడుతుంది. బయటి వాతావరణ పీడనం తగ్గితే, పెట్టెలోని నీరు జాడీలోకి వస్తుంది. ఉష్ణోగ్రతలో ఒక డిగ్రీ తేడా ఏర్పడినపుడల్లా, గోళంలోని గాలి పరిమాణం, దానికి సరిపడా మారుతుంది. (ఇది $\frac{760}{273}$ అంటే 2.5 మి.మీ ఎత్తుగల పాదరస స్తంభానికి సమానం). మాస్కో నగరంలో భారమితి రీడింగులు 20.సె.మీలు పెరుగుతూ తరుగుతూ ఉంటాయి. హెరోన్ థర్మోస్కోపులో ఇది 8° సెం.కు సమానం. అంటే ఈ రకమయిన పీడనం మార్పులు, 8 డిగ్రీల ఉష్ణోగ్రత మార్పుకు సమానమన్నమాట.

ఈ ప్రాచీన థర్మోస్కోపు బారోస్కోపుగా కూడా పనిచేయగలదని మీరు గమనించారు. ఒకప్పుడు మనకు నీటితో పనిచేసే బారోస్కోపులు అమ్మకానికి దొరికేవి. అవి థర్మోస్కోపులుగా కూడా పనిచేయగలుగుతాయి. అయితే వాటిని తయారుచేసిన వారుగానీ, వాడుకున్నవారు గానీ, ఈ సంగతిని ఊహించనేలేదు.

దీపం మంటచుట్టూ గాజు బుడ్డీ ఎందుకు?

దీపం గ్లాసు, ఈ నాటి రూపానికి ముందు ఎన్ని మార్పులకు గురయిందీ చాలా మందికి తెలియదు. వేలాది సంవత్సరాల పాటు, వెలుగుకోసం దీపాలను వెలిగించిన వారు, వాటికి ఎటువంటి చిమ్నీలను అమర్చనే లేదు. ఈ గొప్ప మార్పు, అంటే దీపం చిమ్నీని కనుగొన్న ఘనత లేనార్డో డావించీ (1452–1519)కు దక్కుతుంది. అయితే అతను దీపాలకు లోహపు చిమ్నీలను వాడుకున్నాడు. ఆ తర్వాత మూడువందల సంవత్సరాలకు, పారదర్శకమయిన గాజు చిమ్నీలు వాడకంలోకి వచ్చాయి. అవి గొట్టం వలె స్తూపాకారంలో ఉండేవి. అంటే కొన్ని తరాల వారి తెలివి ఫలితంగా దీపం బుడ్డీలు వాడుకలోకి వచ్చాయన్నమాట!

ఇంతకు ఈ చిమ్నీలను ఎందుకు వాడతారు? మీరెవరయినా సరయిన సమాధానం ఇవ్వలేరనే నా అనుమానం. దీపాన్ని గాలినుండి రక్షించడమనేది దాని ముఖ్య ఉద్దేశ్యం కాదు. దాని అసలు ప్రయోజనం మంటయొక్క వెలుగును ఎక్కువచేయడం, జ్వలనక్రియను వేగపరచడం! అంటే బుడ్డీ నిజంగా చిమ్నీగా పనిచేస్తుందన్నమాట. అది గాలి కదిలే వేగాన్ని పెంచి, జ్వాలకు ఎక్కువ గాలి అందేట్లు చేస్తుంది.

ఈ విషయాన్ని కొంచెం విశదంగా చూద్దాము. మంటవల్ల, బుడ్డీలోపలిగాలి, బయటి గాలికన్నా త్వరగా, వేడెక్కుతుంది. వెచ్చనయిన ఆ లోపలి గాలిని ఆర్కిమిడీసు సూత్రం ప్రకారం, బర్నరు కింది రంధ్రాలగుండా వచ్చే చల్లని గాలి, పైకి నెట్టుతుంది. అంటే గాజు బుడ్డీలో గాలి నిరంతరం కిందనుండి పైకి కదులుతుంటుంది. దీని వల్ల, మండడం ద్వారా వచ్చిన వాయువులు పైకి పోయి, దీపంచుట్టూ ఎప్పటికప్పుడు తాజాగాలి వస్తుంటుంది. గాజుబుడ్డీ ఎంతపొడుగు ఉంటే, అందులోని అడుగు గాలి, పైగాలుల మధ్య వేడిమి భేదం, అంత ఎక్కువవుతుంది. అంతే వేగంగా చల్లని గాలి అడుగునుండి చిమ్నీలోకి చొచ్చుకుని వస్తుంది. దీపం మండడం కూడా వేగమవుతుంది. ఈ విషయాన్ని గమనించిన తర్వాత, కర్మాగారాల చిమ్నీగొట్టాలు, అంత పొడుగ్గా ఎందుకు ఉంటాయో అర్థమయి ఉంటుంది.

లేనార్డో డావించీకి, అనాడే ఈ విషయాలన్నీ తెలుసునంటే ఆశ్చర్యం కలుగుతుంది: "ఎక్కడ మంట ఉన్నా, దాని చుట్టు ఒక గాలి ప్రవాహం ఏర్పడుతుంది; ఈ గాలివల్లనే మంటకు ఇంధనం దొరికి, అది పెరుగుతుంది." అని ఆయన తన నోట్సులో రాసుకున్నారు.

మంట తనను తాను ఎందుకు చల్లార్చుకోదు?

జ్వలనక్రియవల్ల కార్బన్ డై ఆక్సైడు, నీటి ఆవిరి పుడతాయి. ఈ రెండు మండేవికావు. అంటే మంటను కొనసాగించలేవు. అంటే, మంట ప్రారంభమయిన మొదటి క్షణం నుండి, మంటకు తోడ్పడలేని పదార్థాలు దాని చుట్టూ తయారవుతాయి. అవి గాలిని లోపలికి రాకుండా అడ్డుకుంటాయి. గాలి లేకుండా, మంటకొనసాగదు. అంటే మంట త్వరలోనే ఆరిపోవాలి? కానీ అలా ఎప్పుడూ జరగదు. ఎందుచేత?

ఇంధనం మొత్తం ఖర్చయిన దాకా మంట కొనసాగుతూనే ఉంటుంది. ఎలా? దానికి సమాధానమేమిటంటే, వేడెక్కిన వాయువులు వ్యాకోచం చెందుతాయి. తేలికవుతాయి. అందుకే జ్వలనం నుండి పుట్టిన వాయువులు, మంటచుట్టు నిలవవు. పక్కలనుండి వచ్చే శుభ్రమయిన గాలి, ఈ వాయువులను పైకి తోసేస్తుంది. వాయువులు, ఆర్కిమిడీసు సూత్రం ప్రకారం, పైకి పోకపోయినా, లేక భూమికి గురుత్వాకర్షణ అనే లక్షణం లేకపోయినా, మంటలన్నీ, కొంచెం సేపు మండిన తర్వాత, వాటంతటవే, చప్పున చల్లారి పోయేవి.

జ్వలనం నుండి ఉత్పన్నమయిన వాయువులు, మంటకు ఎంతహాని కలుగుజేయ గలవనే విషయం సులభంగా తెలుస్తుంది గదూ! మంటలను ఆర్పాలంటే, మనం ఈ విషయాన్ని మనకు తెలియకుండానే వాడుతుంటాము. కొవ్వొత్తిని మీరు ఎట్లా ఆర్పుతారు? పైనుండి ఊదుతారు. అంతేగదా! అంటే జ్వలించలేని, జ్వలన ఉత్పత్తులను అంటే బొగ్గుపులుసు వాయువు, నీటిఆవిరి వగైరాలను మీరు మంట

మీదకు ఉసికొల్పుతారని అర్థం! మంటకు తాజాగాలి దొరకనందువల్ల, అది కాస్తా చల్లారిపోతుంది.

జూల్స్ వెర్న్ రాయని ఒక అధ్యాయం :

చంద్రునికేసి ప్రయోగించిన ప్రొజెక్టైల్ జువ్వలో, ముగ్గురు ధైర్యశాలులయిన ప్రయాణికులు, చేసిన సాహసప్రయాణాన్ని జూల్స్‌వెర్న్ చాలా వివరంగా వర్ణించాడు. అయితే అసాధారణమయిన ఆ పరిస్థితులలో మైకెల్ అర్డాన్ వంట ఎలా చేశాడనే సంగతి చెప్పటం ఆయన మరిచినట్లున్నాడు. అంతరిక్షంలో వంట, అంత ఆసక్తికరమయిన విషయంగా ఆయనకు తోచినట్లులేదు. అందుకు అతనే నష్టపోయాడు. అంతరిక్షంలో దూసుకుపోతున్న, జువ్వలోపల, అన్నీ బరువును కోల్పోతాయి. (వివరాలు పుస్తకంలోని తొలి అధ్యాయం చూడండి) జూల్స్ వెర్న్ ఈ విషయాన్ని పట్టించుకోక పోవడంతో గొప్ప అన్యాయం జరిగిపోయింది. నిజానికి భారమంటూ లేని వంటగదిలో తమాషాలను గురించి, సైన్స్‌ఫిక్షన్ రచయితలు ఊహలు ఎంతయినా ఆసక్తికరంగా ఉంటాయనేది అనుమానం లేనివిషయం. 'జెర్నీ టుది మూన్'లో జూల్స్ వెర్న్ విస్మరించిన ఈ పనిని నేను నా శాయశక్తులా చేయడానికి ప్రయత్నిస్తాను. అతని లాగే రాయాలని ప్రయత్నించి నేను సృష్టించిన ఈ భాగాలను చదివేటప్పుడు, జువ్వలో గురుత్వాకర్షణ లేదని, ఏ వస్తువుకు కూడా బరువనేది లేనే లేదని మాత్రం మరిచిపోకండి.

భారరాహిత్యంలో అల్పాహారం!

'మిత్రమా! మనమింకా తిండి ఏమీ తిననే లేదు' అన్నాడు మైకేల్ అర్డాన్ " మన బరువు పోయిందేమోగాని, దానితో బాటే ఆకలికూడా మాయమయిందని నేననుకోను. అందుకే నేనిప్పుడు బరువులేని అల్పాహారాన్ని వండిపెడతాను. ఇంతకన్నా తేలికయిన తిండిని ఇంతకుముందు ఎవరూ తిని ఉండరు!"

జవాబు కొరకు కూడా వేచి చూడకుండా, అఫ్రెంచి పెద్దమనిషి తన పాక కార్యక్రమంలోకి దూకాడు.

'ఈ నీటి సీసా ఖాళీగా ఉన్నట్లు నటిస్తుందేమిటి? అతను వాటర్ బాటిల్ మూత తీయడానికి ప్రయత్నిస్తూ తనలో తానేగొణుక్కున్నాడు' నువ్వు నన్ను ఆటపట్టించ లేవులే. నీవు ఇంత తేలికగా ఎందుకున్నావో నాకు బాగా తెలుసు! అమ్మయ్య! మూత వచ్చేసింది. ఊ కానీ! బరువులేని నీ నీటిని బయటకు పంపించు!

అతను సీసాను, ఇటు అటు వంపి చూశాడు. ఒక చుక్క నీరు కూడా బయటకు రాలేదు. 'అర్డాన్ నీవు అనవసరంగా శ్రమపడుతున్నావు. ఈ జువ్వలో గురుత్వాకర్షణ ప్రభావం లేదని, నీరు మాములుగా బయటకు రాదని తెలియదా? అదేదో గడ్డకడుతున్న లేహ్యమన్నట్లు నీవు నీటిని బయటికి దులపరించాల్సిందే! నికాల్ సాయం వస్తూ

సలహా ఇచ్చాడు.'

"అర్డాన్ బోర్లించిన సీసా అడుగుమీద ఒక చరుపు చరిచాడు. పిడికిలంత సైజులో నీరు బంతిలాగ, సీసాలో నుండి బయటపడేసరికి, అతను ఆశ్చర్యపోయాడు." నేనిలా జరుగుతుందని అనుకోలేదు! నీరు ఏమయిపోయింది? ఏం జరిగిందే మీరయినా చెప్పండి?

'అర్డాన్! నీవు చూచింది ఒక నీటుబొట్టు మాత్రమే. బరువు, గురుత్వాకర్షణ లేని ఈ ప్రపంచంలో నీటిబొట్లు ఎంత పెద్దవిగానయినా అవుతాయి. గురుత్వాకర్షణ వల్లనే గదా, నీరు ఏపాత్రలో పోస్తే, అదే ఆకారంలో నిలబడుతుంది. ఆ లక్షణం వల్లే, అది తిరిగి బయటకు వస్తుంది, ప్రవహిస్తుంది వగైరా వగైరా! ఇప్పుడు బరువంటూలేదుగనుక, ద్రవం అంతర్గత శక్తిమీదనే ఆధారపడుతుంది, అందుకే అది గుండ్రని ఆకారంలోకి వస్తుంది. ప్లేటో చేసిన ప్రయోగాలలో నూనె కూడా ఇలాగే అయింది కదా!"

"నాకు ప్లేటో తెలియదు, మరొకటి తెలియదు! నేను ముందు కొంచెం నీరుపొయ్యి మీదపెట్టి వంటమొదలెట్టాలి. ఇప్పుడు నన్ను ఏ అణుశక్తులు ఆపలేవు!" ఆ ఫ్రెంచి పెద్దాయన ఓపిక నశించినట్లుంది.

అతను వాటర్ బాటిల్‌ను పట్టుకుని, గాలిలో ఎగురుతుండే పాత్రలోకి నీరు వంపడానికి తాపత్రయపడసాగాడు. కానీ అంతా అతనికి వ్యతిరేకంగానే జరుగుతున్నది. నీటి చుక్కలు పెద్దపెద్దగా వచ్చి, పాత్ర అంచుల వెంట పాకడం మొదలెట్టాయి. అవి పాత్ర వెలుపలికి వచ్చేశాయి. క్షణంలో పాత్ర చుట్టూ ఒక నీటిపొర ఏర్పడింది. అలాంటప్పుడు ఇక నీటిని కాచడమనే ప్రసక్తే లేదు!

పిచ్చెక్కినట్లున్న ఆ మనిషితో, నికాల్ మాత్రం ప్రశాంతంగా ముచ్చట్లాడ్డం మొదలెట్టాడు. "సంసక్తతా శక్తిని నిరూపించడానికి ఇదొక మంచి ప్రయోగం కదూ! నీవేమి అలా గంగవెర్రు లెత్తకు! నీవు ఘనవస్తువులను తడిచేయడం అనే సర్వసాధారణమయిన పనిచేస్తున్నావు. కానీ ఒకటేమిటంటే గురుత్వాకర్షణశక్తి ఇందులో కలుగజేసుకోవడం లేదు. అందుకే ఇలా జరిగింది.

"ఎందుకు కలుగజేసుకోవడం లేదట! తడపడమో, మరొకటో నాకు తెలీదు. నీళ్లు నాకు పాత్రలోపల కావాలి. ఇలా చుట్టూతా కాదు! ఇలా ఉంటే ఏ పాకశాస్త్ర ప్రవీణుడు మాత్రం వంటచేయగలడు. నీవే చూడు" అర్డాన్ అద్దుతగిలాడు.

"ఇందుకొక మార్గం ఉంది. నీవు వింటానంటే" బార్బికేన్ ఓదార్చుతున్నట్లుగా చెప్పసాగాడు వస్తువుల చుట్టూ జిడ్డుగా ఉంటే, నీరు వాటిని తడపదని గుర్తుపెట్టుకో. పాత్ర వెలుపల కాస్తంత గ్రీసు పూశావంటే, నీరు లోపలే ఉండి పోతుంది.

"శాస్త్ర జ్ఞానమంటే ఇలాగుండాలి" అర్డాన్ ఎగిరిగంతేశాడు. అతనికి సలహా నచ్చింది. అతను గ్యాస్ బర్నర్ వెలిగించి, పాత్రను దాని మీద పెట్టేందుకు ఉద్యుక్తుడయ్యాడు. ఇప్పుడు కూడా అంతా అతనికి వ్యతిరేకంగా పనిచేస్తున్నట్లుగానే ఉంది! ఇప్పుడు గ్యాస్ బర్నర్ మొండికేసింది. మంట అరనిమిషం పాటు వెలిగి,

చప్పున ఆరిపోయింది. అర్డాన్ ఆశ్చర్యపోయాడు. మంటను నిలబెట్టాలని అతను నానాప్రయత్నాలు చేశాడు. కానీ లాభం మాత్రం లేదు. అది నిలవడం లేదు!

"బార్బికేన్! నికాల్! ఈ మంటను మంటలాగ మండించడానికి మార్గమే లేదా? మీ భౌతికశాస్త్రమూ, ఆ గ్యాసుకంపెనీ వాడి రూల్సుకలిసి ఏమన్నా చేయగలవేమో చూడండి!" అతను నిరాశపడిపోయి స్నేహితులను సాయం అడిగాడు.

"ఇందులో అనుకోని విధంగా, అసాధారణంగా జరిగింది ఏమీలేదు. మంట భౌతిక శాస్త్ర సిద్ధాంతాల ప్రకారమే మండుతోంది. ఇక గ్యాసు కంపెనీ సంగతంటావా? గురుత్వాకర్షణ శక్తి లేనిచోట వాడి రూల్సు గురించి ఎవరడుగుతారు" మంటవల్ల కార్బన్ డై ఆక్సైడ్, నీటి ఆవిరి పుడతాయని నీకు తెలుసుగదా! అవి మండటానికి వీలులేని వాయువులు మామూలుగానయితే ఆ వాయువులు వేడిగా ఉండడం వల్ల పైకి పోయి, మంటదగ్గరకు తాజా గాలి రావాలి. ఇక్కడ మరి గురుత్వాకర్షణ లేక పోవడంతో ఆ వాయువులు ఎక్కడపుట్టినవి అక్కడే ఉంటాయి. అవి మంటను చుట్టుముట్టి గాలి చొరకుండా అడ్డుకుంటున్నాయి. అందుకే మంట అంతపల్చగావచ్చి, అంత త్వరగా ఆరిపోతున్నది. మంటలనార్పే పరికరాలు, అచ్చంగా ఇలాగే అంటే, మంటచుట్టూ, మండని వాయువులను కప్పడం ద్వారానే పనిచేస్తాయి.

"అంటే పుడమి తల్లికి గురుత్వాకర్షణ అనే లక్షణం లేకుంటే, ఫైరింజన్ల అవసరం ఉండేదికాదు. మంటలు వాటంతటవే ఆరిపోయేవనా నీవు చెప్పేది! అంతేనా! ఫ్రెంచి అతను ఎదురు చెప్పాడు."

"కొంచెం నెమ్మది! ఈ లోగా మన వంటకు సాయపడే ఉపాయం ఒకట చెప్తుతాను. బర్నర్ మరోసారి వెలిగించు. ఈ సారి మంటను అదేపనిగా ఊదుదాం. ఈ రకంగా కొంచెం గాలి కదిలి ఇంటిదగ్గర మండినట్లే ఇక్కడ కూడా పొయ్యి మండుతుందనుకుంటాను."

అపనే చేశారు. అర్డాన్ పొయ్యిని మరోసారి వెలిగించి వంటమొదలెట్టాడు. నికాల్, బార్బికేన్ ఒకరి తర్వాత ఒకరు వంతులుగా ఊదుతూ మంటను కొనసాగిస్తున్న తీరును, కొంచెం దుర్బుద్ధితోనే చూస్తున్నాడు. గుండెలోతుల్లో అతను, తనమిత్రుల పరిస్థితికి, వారు, వారి సైన్సు మాత్రమే కారణం అని అనుకుంటున్నాడు.

"ఆహా! మీరు పొగగొట్టాల వలె భలేగా పనిచేస్తున్నారు! నాకు మిమ్మల్ని చూస్తే జాలిగా ఉంది. అయితే మీకు వేడివేడిగా తిండి కావాలంటే, మీ భౌతికశాస్త్ర సూత్రాలను, శిరసావహించక తప్పదు!" అన్నాడతను."

పావుగంట గడిచింది. అరగంట అయింది. గంటకూడ పూర్తయింది. పాత్రలో నీరు మాత్రం మరుగుతున్న జాడలు లేవు.

"కొంచెం ఓపిక అవసరం అర్డాన్! బరువుండే మామూలు నీరు తొందరగా వేడెక్కుతుంది. ఎందుకోతెలుసా? దానిలోని వేరువేరు పొరలు కలుస్తాయిగాబట్టి చల్లని నీరు కిందకు, వెచ్చని నీరు పైకి కదులుతూ ఉంటుంది గాబట్టి, నీరంతా త్వరగా వేడవుతుంది. నీటిని ఎప్పుడయినా పైనుంచి వేడి చేసి చూశావా? అప్పుడు

వేడినీరు పైనే ఉండిపోయి, పొరలు కలవకుండా ఉంటాయి. నీటిలో వేడిమి బాగా ప్రసరించదని నీకు తెలుసుగా! అడుగున మంచు అలాగే ఉండగానే, పైన ఉండేనీటిని మరిగించవచ్చు. ఈ భార రహిత స్థితిలో మాత్రం నీటి ఏ చివరన వేడి చేసినా అంతే. నీటిలోని పొరలు కలవవు. అందుకే వేడెక్కడానికి చాలాసేపు పడుతుంది. అది త్వరగా వేడెక్కాలంటే నీటిని కలుపుతూ ఉండాలిమరి!"

నీటిని మరిగే దాకా వేడి కానీయకూడదని, కొంచెం ముందుగానే ఆపాలని నికాల్, అర్డాన్‌ని హెచ్చరించాడు. మరిగితే నీటిలోంచి చాలా ఆవిరి పుడుతుంది. భార రహిత స్థితిలో దాని విశిష్ట గురుత్వం నీటికి సమానంగా ఉంటుంది. అంటే రెంటికీ ఆ లక్షణం ఉండనే ఉండదు. ఆవిరి నీటితో కలిసి పోయి నురుగు తయారవుతుంది.

బఠాణీల సంచిని విప్పిన అర్డాన్‌కు చిర్రెత్తింది. అతను సంచిని కొంచెంగా కదిలించాడు. గింజలు గాలిలో అన్ని వేపులకు చెదిరిపోయి, గోడలకు కొట్టుకోసాగాయి. అవి ఒక పెద్ద ప్రళయాన్ని సృష్టించినంత పనిచేశాయి. ప్రమాదవశాత్తు బఠాణీగింజ ఒకటి శ్వాసతో బాటు నికాల్ ముక్కులోకి పోయి, అతనికి ఊపిరి ఆడకుండా చేసింది. అదృష్టం కొద్దీ అర్డాన్ చంద్రుని మీద సీతాకోక చిలుకలను పట్టాలని ఒక వలను తెచ్చాడు. ఆవలతో బఠాణీలను పట్టసాగారు.

ఈ పరిస్థితుల్లో వంట చేయడం గగనమయింది! గొప్ప పాకశాస్త్ర ప్రవీణుడు కూడా ఏమీ చేయలేడని అర్డాన్ అన్నమాటలు నిజమేననిపించింది. మాంసం ముక్కలను వేపడానికి కూడా అతనికి నానా ప్రయాస అయింది. ముక్కలను ఫోర్కుతో పెనం మీద అదిమి పట్టాల్సి వచ్చింది. క్రిందనూనెలోంచి వచ్చే ఆవిరులవల్ల ముక్కలు ఎగర మొదలుపెట్టాయి. మరేమో పైకి ఎగరడం, క్రిందపడడం అనే మాటలే లేవాయే! ఎగిరాయని అనవచ్చా!

భార రహితస్థితిలో తిండి తినడం కూడా విచిత్రంగానే ఉండింది. వారంతా గాలిలో రకరకాల పోజుల్లో వేలాడుతూ ఉన్నారు. తలలు కొట్టుకుంటున్నాయి. కూచోవడమనే ప్రశ్నే లేదు. అక్కడి పరిస్థితుల్లో కుర్చీలు, బెంచీలతో లాభంలేదు. డైనింగ్ టేబుల్ కావాలని అర్డాన్ పట్టు పట్టాడంతే గానీ, నిజానికి టేబుల్ కూడా అవసరం లేదు.

వంటకం తయారుచేయడం కష్టమయితే, దాన్ని తినడం మరింత కష్టమయింది. అర్డాన్‌కు మొట్టమొదట ఆ ద్రవాన్ని బయటకు పోయడమే కష్టమయింది. సూప్‌కు భారం లేదనే సంగతి మరచిపోయి, పడిన శ్రమంతా వృధా అవుతున్నదన్న కోపంతో, అతను, బోర్లించిన సూప్ గిన్నెమీద గట్టిగా చరిచాడు. ఒక గుండ్రంటి బంతి బయటకు ఎగిరివచ్చింది. అదే సూప్ మరి! దాన్ని పట్టుకోవడానికి జగ్లర్‌తో సమానమయిన కౌశలం ప్రదర్శించవలసివచ్చింది.

చెంచాలతో ప్రయోజనం లేకపోయింది. సూప్ చెంచా వెంట వ్యాపించి చేతిదాకా వచ్చింది అక్కడి నుండి కిందకు గట్టి తెరలాగా వ్యాపించింది అలా కాకుండా ఉండాలని ఆ ముగ్గురు మిత్రులు చెంచాలకు వెన్న పూశారు, కానీ ఆ ఉపాయం కూడా

పనిచేయలేదు. సూప్ గుండ్రంగా బంతిలా తయారయింది. వారు ఆ బంతులను నోటిలోకి తీసుకోలేకపోయారు.

చివరగా, నికాల్ ఒక ఉపాయం ఆలోచించాడు. అతడు మైనపు కాగితాలను చుట్టి గొట్టాలు తయారుచేశాడు. ఆ గొట్టాలతోనే ముగ్గురూ ద్రవాన్ని పీల్చి తాగారు. అదే పద్ధతితోనే వాళ్లు, నీళ్లు, వైనూ, మిగతా ద్రవాలను కూడా తాగారు.

(ఈ పుస్తకం ఇంతకు ముందటి ప్రచురణను చదివిన వారు కొందరు, గొట్టాలతో నయినా భారరహిత పరిస్థితిలో ద్రవాలను తాగడం ఎలా వీలవుతుందని అనుమానాలు వెలిబుచ్చారు. జువ్వలో గాలికి బరువులేదు, కాబట్టే అది ఒత్తిడిని కలిగించలేదు. కాబట్టి పీల్చడం ద్వారా ద్రవాలను త్రాగడం అసాధ్యమని వారి వాదం!

ఈ వాదాన్ని కొన్ని పత్రికలు కూడా బలపరిచాయి. అయితే ఈ పరిస్థితిలో గాలి యొక్క బరువులేని తనానికి, దాని ఒత్తిడికి ఏం సంబంధం లేదనేది ముఖ్యం. ఒక జాగాలోని గాలి ఒత్తిడి కలుగజేయడం, దానికి బరువు ఉండడం వల్లకానేకాదు. వాయువుగా గాలి, నిరంతరం వ్యాకోచించాలని, వ్యాప్తి చెందాలని ప్రయత్నిస్తుంది. ఇది మూసుకుని ఉన్న జాగాలలో పరిస్థితి అయితే మన భూమి వంటి తెరచి ఉన్న జాగాల్లో (మూసిలేని ప్రదేశం) గురుత్వాకర్షణ వల్ల ఈ వ్యాప్తికి అవరోధం కలుగుతుంది. ఈ సంబంధమే పాఠకులను తికమక పెట్టిందనుకుంటాను.)

నీరు నిప్పును ఎందుకు ఆర్పుతుంది?

ప్రశ్న చాలా సులువుగా వినిపిస్తుంది. కానీ జవాబు మాత్రం అందరూ చెప్పలేరు. నీరు ఏం చేస్తుందో వివరించడానికి కొంత సమయం వెచ్చిద్దాం. మండుతున్న వస్తువుకు వచ్చి తగలగానే, నీరు ఆవిరవుతుంది. దానితో మండే వస్తువులోని వేడిమి చాలా భాగం తరిగిపోతుంది. చల్లటి నీటిని మరిగించడానికి పట్టే వేడిమికన్నా, అదే పరిమాణంగల మరిగే నీటిని ఆవిరిగా మార్చడానికి, అయిదురెట్లు ఎక్కువ వేడిమి అవసరమవుతుంది. ఇక రెండవ చర్యగా, ఆవిరైన నీరు, అంటే ఆవిరి, నీటికన్నా కొన్ని వందలరెట్లు జాగాను ఆక్రమించుకుంటుంది. ఈ రకంగా అది మండుతున్న పదార్థాన్ని అన్నివైపులనుండి, కప్పివేసి దానికి తాజాగాలి దొరకకుండా చేస్తుంది. గాలి లేకుండా మంట కొనసాగడం కుదరదు గదా!

నీటితో మంటలను మరింత బాగా ఆర్పే ప్రయత్నంగా, ఆనీటిలో కొంచెం తుపాకీ మందు కలుపుతారు. ఈ సమ్మేళనానికి కూడా అర్థం లేకపోలేదు. తుపాకీ మందు త్వరగా మండుతుంది. దానితో జ్వలించలేని వాయువులు పుట్టుకువచ్చి పెద్ద ఎత్తున మండుతున్న వస్తువును చుట్టుముడతాయి. అప్పుడు మరింత త్వరగా మంట ఆరిపోతుంది.

మంటతో మంటను ఆర్పడం :

అడవులు, గడ్డిమైదానాలు తగలబడుతున్నపుడు, ఆ మంటలను ఆర్పే ఉత్తమ పద్ధతి కొన్ని సార్లు ఏకైక పద్ధతి, మంటలకు మరోవేపునుండి, అడవిని, మైదానాన్ని తగల బెట్టడమేనని మీకు తెలుసా! రెండవ మంట, మొదటి మంట వేపుగా వ్యాపించి, దానికి ఇంధనం దొరకకుండా చేస్తుంది. రెండు మంటలు కలవగానే, ఒకదాన్ని ఒకటి మింగినట్లు, రెండు మంటలు ఆరిపోతాయి.

ఫెనిమోర్ కూపర్ రాసిన 'ప్రయరీ' అనే నవల చదివినవారికి, అందులోని ఉత్కంఠ భరితమయిన ఇటువంటి ఘట్టం తప్పకుండా గుర్తుంటుంది. గడ్డిమైదానంలో మంటకు గురయి కరాళ మృత్యువుకు బలిగాబోతున్న ప్రయాణికులను, ముసలి వేటగాడు కాపాడిన ఘట్టం అది. ఆ భాగం మీరూ చదవండి!

ముసలివాడి ముఖంలో ఉన్నట్టుండి దృఢనిశ్చయం కనబడింది.

"ఇక పని మొదలుపెట్టవలసిన సమయం ఆసన్నమయింది!" అన్నాడతను.

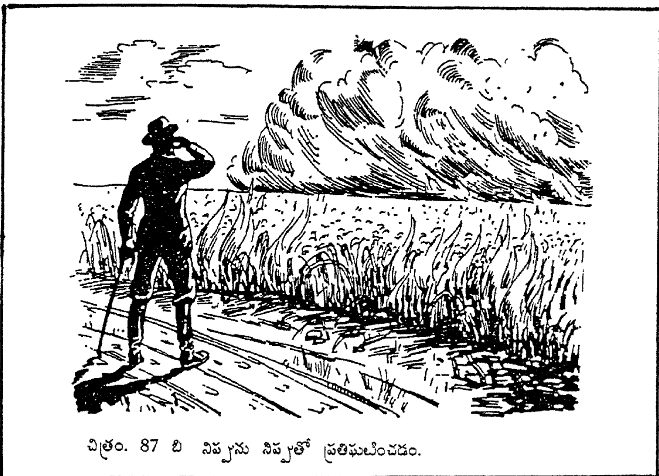
"నీ మెదడు కొంచెం ఆలస్యంగా మేలుకుందోయ్! ముసలాయనా! మంటలు మనకు పావుమైలు దూరంలోకి వచ్చేశాయి. గాలికూడా ఇటువేపే వీస్తున్నది. మంటలు త్వరత్వరగా ఇటే పాకుతున్నాయ్!" అరిచాడు మిడితటన్.

"ఆఁ! మంటలా! వాటి భయం నాకవసరం లేదు. రండోయ్ అబ్బాయిలూ రండి! నేను నిలబడ్డచోట ఉండే ఈ పొట్టి గడ్డిని పీకేయండి. భూమి కనిపించేలా చేయండి." ఇరవై అడుగుల వ్యాసంగల ప్రాంతంలో గడ్డి తీయడానికి కొంచెం సేపే పట్టింది. ఆ ప్రాంతంలోని ఒక అంచుకు ఆడవాళ్లను పిల్లలనూ చేరవేశారు. వారికి అడ్డంగా దుప్పట్లు పట్టుకోమని మిడితటన్‌ను, పాల్‌ను ఆదేశించాడు. ఈ జాగ్రత్త పూర్తయిన మరుక్షణం, గడ్డి ఎదురు అంచుకు వెళ్లాడు. అందులో బాగుగా ఎండిపోయి ఉన్న పోచల్ని జమచేసి పట్టుకున్నాడు. అందులో తన తుపాకిని దూర్చి పేల్చాడు. మెరుపుతో గడ్డి నిప్పంటుకుంది. తయారయిన మంటను నెమ్మదిగా గడ్డిలో ఉంచాడు. అక్కడి నుండి ఖాళీ జాగా మధ్యలోకి వచ్చి ఓపికగా ఫలితం కోసం ఎదురు చూడసాగాడు.

మంట కొత్త ఇంధనాన్ని అబాగా అందుకుంది. క్షణంలో గడ్డి మండసాగింది. వేలు పైకెత్తి , తన విచిత్రమయిన పద్ధతిలో నిశ్శబ్దంగా నవ్వుతూ, "ఇప్పుడిక! చూడండి. నిప్పుకూ నిప్పుకు చెలగాటం " అన్నాడు ముసలి వేటగాడు.

"చంపేటట్లున్నావు కదోయ్!" ఆశ్చర్యం మిడితటన్ అరిచాడు. "మంటను ఆర్పడం పోయి, మరింత దగ్గరగా తీసుకు వచ్చావేమిటి?... అన్నాడతను. మంటకు వేడి, బలం చేకూరడంతో మూడు వేపులకు వ్యాపించడం మొదలు పెట్టింది. నాలుగవ దిక్కున అది తనంత తానే ఆరిపోతున్నది. అక్కడ దానికి ఆహారం లేదుమరి! మంట పెరిగి ఉరుముతూ, కనిపించిన దాన్నంతా కాల్చేయ సాగింది. నల్లగా నేల మాత్రమే నగ్నంగా మిగలసాగింది. ఏ కొడవలి దాన్ని అంత శుభ్రంగా చేయలేదు!

మంట వానిని చుట్టుముట్టి, ప్రదేశం మరింత విస్తృతం కాకుండా ఉంటే, ఆ దీనుల పరిస్థితి మరింత అన్యాయమయి ఉండేది. ముసలి వాడు ముందు మంట పెట్టిన చోటుకు చేరుకుని వారు వేడిమి నుండి తప్పించుకున్నారు. కొన్ని క్షణాల్లోనే అన్ని వేపులా మంట ఆరిపోవడం మొదలయింది. వారి చుట్టూ పొగ మాత్రం మేఘంలా మిగిలింది. అయితే ఇప్పుడు దూసుక వస్తున్న మంటభయం మాత్రం వారికి లేదు!



చిత్రం. 87 బి నిప్పును నిప్పుతో ప్రతిఘటించడం.

ఫెర్డినాండ్ కొలువులో కోడిగుడ్డును నిలువుగా నిలబెట్టినప్పుడు, సభలోని వారు కొలంబస్‌ను చూచినట్లే, ముసలి వేటగాడు చేసిన ఉపాయాన్ని యాత్రికులు కళ్లప్పగించి చూడసాగారు."

అయితే, అడవులు, గడ్డిమైదానాలలో రేగిన కార్చిచ్చును ఈ విధంగా ఆర్పడం, ముందు కనబడినంత సులభం మాత్రం కాదు. బాగా అనుభవం గల వారయితేనే ఈ పనిని చేపట్టగలుగుతారు. కొత్తవారు పరిస్థితిని మరింత అధ్వాన్నం చేస్తారు.

ముసలి వాడు మొదలు పెట్టిన మంట మిగతా అన్ని వేపులకు కాకుండా, ఇంతకు ముందు ముంచుకు వస్తున్న మంటవేపే ఎందుకు వ్యాపించింది? అని ప్రశ్నవేసుకుంటే, విషయం మీకే అర్థమవుతుంది. నిజానికి గాలి వాటు కొత్త మంటకు వ్యతిరేకంగా ఉండింది. మొదటి మంట ఇటుగానే వ్యాపిస్తూ ఉండింది. ముసలి వాడు అంటించిన మంటకూడా ఇటువేపే వచ్చి ఉండాలి కదా! అలా జరిగి ఉంటే మంటవారిని చుట్టు ముట్టడమే కాదు, పొట్టన బెట్టుకునేది కూడా!

వేటగాడికి తెలిసిన రహస్యం ఏమిటిమరి? వాడికి భౌతికశాస్త్రంలోని ఒక సులభమయిన సూత్రం తెలుసు. గడ్డి మైదానంలో మంట, యాత్రికులు ఉన్నదిక్కుగానే వ్యాపిస్తున్నది అందుకు ఇటుగా వీస్తున్న గాలి కారణం. అయితే

మంటకు దగ్గర్లో, వీరి ముందువేపు, మంటకు వ్యతిరేకంగా మరోగాలి వీస్తున్నది. మంటవల్ల వేడెక్కి అక్కడి గాలి పల్చనై పైకి పోతుంది. అప్పుడు గడ్డి అడుగుభాగంలోనుంచి, తాజాగాలి మంటఉండే దిక్కుగా దూసుకు పోతుంది. అందుకే మంట అంచుల్లో గాలి దాని లోపలికి వీస్తుంటుంది.

ఇటువంటి గాలివాటు, బాగా మొదలయిన తర్వాతనే, మంటను ఆర్పడానికి ఉద్దేశించిన మంటను మొదలుపెట్టాలి. అందుకే వేటగాడు, తొందర పడకుండా, మంట బాగా దగ్గరగా వచ్చిన దాకా ఓపికగా వేచి ఉన్నాడు. అదను చూడకుండా ముందే అతను కూడా గడ్డికి నిప్పుపెట్టి ఉంటే, ఈ వ్యతిరేకదిశలో వచ్చేగాలి మంటను, ముందరి మంటవేపు లాగదు. అసలా రకం గాలి ఉండనే ఉండదు. అప్పుడు కొత్తమంటకూడా పైగాలి వాటుగానే వ్యాపిస్తుంది. ప్రయాణికులను అధోగతి పాలు చేస్తుంది. నిప్పంటించడం ఆలస్యమయితే అసలు మంట మరీ దగ్గరకు వస్తుంది. అందుకే గడ్డి అడుగున గాలి వ్యతిరేకదిశలో వీచడం మొదలయిందని తెలుసుకోవడానికి అనుభవంకావాలి.

మరిగే నీటిలో నీటిని మరిగించడం వీలవుతుందా?

ఒకసీసా లేదా జాడీలో నిండా నీరు నింపండి. మరో పెద్దపాత్రలో నీరుపోసి మంట మీద పెట్టండి. నీటి సీసాను ఈ పాత్రలోని నీటిలో మునిగి ఉండేట్లు అమర్చండి. సీసా, ఏ పరిస్థితిలోనూ పాత్ర అడుగుకు తాకకూడదు. ఇందుకోసం సీసాను దారంతో వేలాడదీస్తే సరిపోతుంది. ఇప్పుడు పాత్రలోని నీరు మరిగేదాకా వేచి చూడండి. ఆ నీరు మరగడం మొదలవగానే, సీసాలో నీరు కూడా మరుగుతుందని అందరూ అనుకుంటారు. అయితే, పాత్రలోని నీరు ఎంతసేపు మరుగుతూ ఉన్నా, సీసాలో నీరు మాత్రం మరగదు. ఆ నీరు చాలావేడిగా ఉంటుంది. కానీ మరగను మాత్రం మరగదు. అంటే, మరిగే నీరు, నీటిని మరిగించడానికి తగినంత వేడిమిని కలిగి ఉండదని మనకు తెలుస్తుంది.

ఈ సంగతి ఆశ్చర్యకరంగా ఉందిగదూ? అయితే ఇందులో విచిత్రం ఏమీలేదు. నీటిని మరిగించాలంటే దాన్ని 100° సెం. దాకా మాత్రమే వేడిచేస్తే చాలదు. నీటి తరువాతి స్థితి అంటే ఆవిరి పుట్టడానికి, అంతకంటే బాగా ఎక్కువ వేడిమి అవసరం.

శుభ్రమయిననీరు 100 డిగ్రీల సెంటిగ్రేడ్ వద్ద మరుగుతుంది. మామూలుగా ఆ నీటికి ఇంకా ఎంత ఎక్కువ వేడి కలుగజేసినప్పటికీ, దాని ఉష్ణోగ్రత పెరగదు. ఇక్కడి ప్రయోగంలో సీసాలోని నీటిని వేడిచేయడానికి వాడుతున్న ఉష్ణం, అంటే మరిగే నీరు 100 డిగ్రీలకన్నా ఎక్కువ కాదు. అందుకే సీసాలో నీరు కూడా కేవలం 100 డిగ్రీల వరకే వేడెక్కుతుంది. రెండు నీళ్ల ఉష్ణోగ్రతలు సమానమయిన తర్వాత, పాత్రలోని నీరు, సీసాలోని నీటికి, అదనంగా ఏమాత్రం వేడిమిని కూడా అందజేయజాలదు.

నీటిని ఈ విధంగా వేడి చేస్తే, అది ఆవిరిగా మారడానికి అవసరమయే అదనపువేడిని దానికి అందించలేక పోతాము. (100 డిగ్రీ సెం. కు చేరిన ప్రతి గ్రాము నీటిని ఆవిరిగా మార్చడానికి మరో 500 కేలరీల శక్తి కావాలి) అందుకే సీసాలో నీరు వేడెక్కుతుంది గానీ మరగదు.

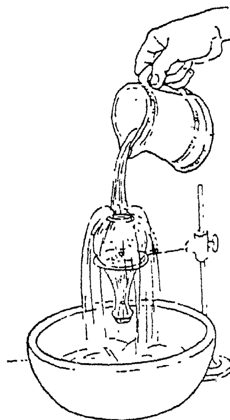
పాత్రలోని నీటికి, సీసా లేదా జాడీలోని నీటికి భేదమేమిటని మీరడగవచ్చు. రెంటిలోను ఒకే రకమయిన నీరుంది. అయితే సీసాలోని నీటిని, పాత్రలోని నీటినుండి, ఒక గాజుపాత్ర గోడ వేరు చేస్తూ ఉన్నది. అంతే భేదం. అంతమాత్రానికి, ఆ నీరు మరగకుండా ఎందుకు ఉండాలి? అనేది ప్రశ్న. ఈ గాజు పాత్ర గోడలే, సీసాలోని నీటిని, మిగతా నీటితో కలవకుండా ఉంచుతున్నాయి. పాత్రలో ఉండే నీరంతా, నిరంతరం కలిసిపోతూ, తప్పకుండా పాత్ర అడుగుకువచ్చి, వేడి భాగాన్ని తగులుతుంది. అయితే సీసాలో నీరు, సీసాలోనే ఎంత కలిసి పోతున్నా, కేవలం మరిగే నీటివరకు మాత్రమే వస్తుంది. పాత్ర క్రింది మంటదాకా రాలేకపోతుంది.

ఈ విధంగా, మరిగే నీటిలో, నీటిని మరిగించడం అసాధ్యమని తెలిసి పోయింది. కానీ, పాత్రలోని నీటికి కొంచెం ఉప్పుకలిపితే వెంటనే భేదం తెలుస్తుంది. ఉప్పునీరు సరిగ్గా వంద డిగ్రీల దగ్గర కాక మరికొంచెం ఎక్కువ ఉష్ణోగ్రత వద్ద మరుగుతుంది. కాబట్టి అప్పుడు సీసాలోని నీరుకూడా మరగడం మొదలవుతుంది.

మంచులో నీటిని మరిగించగలమా?

మరిగేనీరే నీటిని మరిగించలేనపుడు, నీరు మంచులో మరగడమేమిటి? అని అనుకుంటున్నారేమో! కొంచెం ఓపిక పట్టండి. ఇంతకు ముందు ప్రయోగానికి వాడిన సీసాలేదా గాజుజాడీనే వాడి ఇప్పుడు మరో ప్రయోగం చేయండి. అందులో సగం వరకు మాత్రమే నీటిని నింపి, మరిగే ఉప్పు నీటిలో ఉంచండి. సీసాలో నీరు మరగడం మొదలవగానే, దానికొక బిరడా బిగించి, మరిగే పాత్రలోనుంచి వేరుగా తీయండి. మరుగుతున్న నీటి సీసాను బోర్లించి, పట్టుకుని మరగడం ఆగేదాకా వేచి ఉండండి. అప్పుడు సీసామీద కొంచెం మరుగుతున్న నీటిని పోయండి. లోపలి నీరు మరగదు. కానీ, సీసా అడుగు మీద కొంచెం మంచుపెడితే చాలు, లేదా చిత్రంలో 87 సి చూపినట్లు కొంచెం చల్లని నీరు పోసినా చాలు, సీసాలోని నీరు మరగడం మొదలవుతుంది. అంటే మరిగేనీరు చేయలేని పనిని మంచు చేసిందన్నమాట!

మరిగిన నీరుండే సీసాను చేతితో తాకి చూడండి. అదేమంత ఎక్కువ వేడిగా



చిత్రం. 87 సి పాత్రపైన చన్నీరు పోస్తే పాత్రలోని నీరు మరుగుతుంది.



చిత్రం. 87 డి ఆకస్మికంగా చల్లబరిచిన రేకు డబ్బా గతి

ఉండదు. ఇది మరింత ఆశ్చర్యకరం కదూ! అయినా లోపల నీరు మాత్రం మరుగుతూనే ఉంటుంది. మంచు, సీసాగోడలను చల్ల బరిచిందని అర్థం. లోపలి నీటిఆవిరి మళ్లీ నీటిబొట్లుగా మారుతుంది. నీరు మరుగుతున్నప్పుడు సీసాలోని గాలిమొత్తం బయటకు పోయింది గనుక, సీసాలోని నీటి మీద ఒత్తిడి తక్కువగా

ఉంది. తక్కువ పీడనంలో ద్రవాలు, తక్కువ ఉష్ణోగ్రత దగ్గర మరుగుతాయని మీకు ఇదివరకే తెలుసు. ఈ విధంగా పాత్రలోని నీరు మరుగుతూ ఉంది. అయితే ఆ నీరు వేడిగామాత్రం లేదు.

ప్రయోగానికి వాడిన సీసా లేదా జాడీ గోడలు మరీ పల్చగా ఉన్నట్లయితే, లోపలి ఆవిరి ఒక్కసారి చల్లబడేసరికి, చిన్నపాటి పేలుడు, జరిగే అవకాశం ఉంది. బయటనుంచి వచ్చే పీడనం, లోపలి పీడనం కన్నా ఎక్కువగా ఉండడంతో, సీసా పగిలిపోతుంది. (ఈ ప్రేలుడు కొంచెం ప్రమాదకరంగానే ఉంటుంది.) అందుకని ఈ ప్రయోగం కోసం గుండ్రంగా ఉండే గాజు జాడీని, తీసుకోవడం మంచిది. అప్పుడు బయటి గాలి ఒత్తిడి, దాని వంపుల మీద మాత్రమే పడుతుంది.

ఈ ప్రయోగాన్ని ఒక రేకు డబ్బాతో చేయడం అన్నిటికన్నా మంచి పద్ధతి. చిత్రం. 87 డి) డబ్బాలో కాసేపు నీటిని మరిగించిన తర్వాత, మూతగట్టిగా పెట్టి దానిమీద చల్లటి నీరు పోయండి. లోపలి ఆవిరి చల్లబడి నీరవుతుంది. బయటిగాలి ఒత్తిడి కన్నా బాగా ఎక్కువవుతుంది. దానితో డబ్బా, పెద్ద సుత్తితో మోదితే పడ్డట్లు, సొట్టలు పడి ముడుచుకుపోతుంది.

బారోమీటరు సూప్ :

మార్క్ట్వెయిన్ తన నవల ఏ్రటాంప్ అబ్రాడ్లో, ఆల్ప్స్ కొండలను ఎక్కుతూ ఉంటే జరిగిన ఒక సంఘటనను వర్ణిస్తాడు. అయితే ఇదంతా కేవలం కల్పన అని గుర్తుంచుకోండి!

"మా కష్టాలు గట్టెక్కినాయి. అందుకే గుడారంలోని వారికి కొంచెం విశ్రాంతి నివ్వాలనుకున్నాను. యాత్రలోని వైజ్ఞానిక విభాగానికి కొంచెం పని బెట్టదలుచుకున్నాను. ఎంత ఎత్తున కొండమీద ఉన్నామో తెలుసుకుందామని భారమితిని చూచాను. అయితే నాకు ఫలితం అంతు బట్టలేదు. నేను చదువుకున్న దాన్ని బట్టి, ఇటువంటి ఎత్తులను సరిగ్గా తెలుసు కోవాలంటే, థర్మామీటరునో, బారోమీటరునో మరగబెట్టాలని తెలుసు. కానీ ఆ రెంటిలో దేన్ని మరిగించాలో గుర్తులేదు. అందుకే రెంటినీ మరగ బెట్టాను. అయినా ఫలితం అంతుబట్టలేదు. అప్పుడు నేను రెండు పరికరాలను బాగా పరీక్షించి వాటిలో, మూలతః లోపం ఉందని కనుగొన్నాను. భారమితిలో ముల్లు లేదు, ఒక కంచు సూచిక ఉంది! ఇక థర్మామీటరు బాల్ చుట్టూ టిన్ రేకు ఉంది!

నేను ఇంకో భారమితిని వెదికి పట్టుకున్నాను. అది కొత్తది, బాగుంది కూడా. దాన్ని నేను చిక్కుళ్ల పులుసు చేస్తున్న గిన్నెలో అరగంటసేపు మరగనిచ్చాను. అనుకోని విధంగా ఫలితం కనిపించింది. అందులోని ఏరకమయినా మార్పు కనబడలేదు. సరిగదా, పులుసుకు మాత్రం ఘాటయిన భారమితి రుచి వచ్చింది. మా వంటాయన, దానితో పులుసు పేరు మార్చివేశాడు. అయితే ఆ పులుసు బాగుందని అందరూ మెచ్చుకున్నారు. అందుకని రోజూ భారమితి పులుసునే వండమని వంటాయనతో చెప్పాను. రానురాను భారమితి పాడయిపోతుందేమోనని కొందరు అనుమానపడ్డారు.

అది కొండ ఎత్తులను కొలవడానికి ఎలాగూ పనికిరావడంలేదని నాకు నమ్మకం కుదిరింది. అందుకే అది పాడయిపోయినా ఫరవాలేదన్నాను! భారమితి పులుసు బాగుంటే చాలు!"



చిత్రం. 87 ఇ మార్క్ ట్వేన్ 'పరిశోధనలు'

సరదా మాటలను కాసేపు పక్కన బెడితే, ఇంతకూ కొండ ఎత్తు తెలుసుకోవడానికి దేన్ని 'మరగబెట్టి' ఉండవలసింది. భారమితినా? థర్మామీటరునా? మరిగించవలసింది థర్మామీటరును. ఎందుకంటే, నీటిమీద ఒత్తిడి తగ్గినకొద్దీ, అది తక్కువ ఉష్ణోగ్రత వద్ద మరుగుతుందని మనం ఇంతకు ముందే తెలుసుకున్నాము. ఎత్తులకు పోతున్నకొద్దీ వాతావరణ పీడనం తగ్గుతుంది. అంటే అక్కడ తక్కువ ఉష్ణోగ్రతకే నీరు మరుగుతుంది. వివిధ వాతావరణ పీడనాలలో, పరిశుభ్రమయిన నీరు మరిగే ఉష్ణోగ్రతలను క్రింది పట్టికలో చూడండి.

నీరు మరిగే ఉష్ణోగ్రత సెంటిగ్రేడ్ డిగ్రీలు	భారమితిలో ఒత్తిడి మి. మీ.లు.
101	787.7
100	760
98	707
96	657.5
94	611
92	567
90	525.5
88	487
86	450

స్విట్జర్లాండ్‌లోని బెర్న్‌లో సగటు వాతావరణ పీడనం 713 మి.మీ. లుంటుంది. అక్కడ మూతలేని పాత్రలో నీరు 97.5° సెం. దగ్గరే మరుగుతుంది. మౌంట్ బ్లాంక్ కొండ కొన మీద భారమితి రీడింగు 424 మి.మీ.లు ఉంటుంది. అక్కడ నీరు 84.5° సెం. దగ్గరే మరుగుతుంది. ఒక కిలోమీటరు ఎత్తు పోయినప్పుడంతా, నీరు మరిగే ఉష్ణోగ్రత 3 డిగ్రీల చొప్పున తగ్గుతుంది. నీరు మరిగే ఉష్ణోగ్రతను కొలిచి చూస్తే – లేదా మార్క్‌ట్వెయిన్ మాటల్లో 'థర్మామీటరును మరగబెడితే' – ఆ కొలతను, ఒక సరియయిన పట్టికలో గమనించి, కొండ ఎత్తును గుర్తించవచ్చు. ఈ పనిచేయడానికి, మరి విలువలను ఇచ్చే పట్టిక కావాలి. మార్క్‌ట్వెయిన్ దగ్గర అదే లేనిది!

ఇటువంటి కొలతల కోసం వాడే పరికరాన్ని హిప్సోమీటర్ అంటారు. వీటిని కూడా లోహ భారమితులలాగే ఎక్కడికంటే అక్కడికి తీసుకుపోవచ్చు. వీటితో భారమితికన్నా ఖచ్చితమయిన కొలతలు తెలుస్తాయి.

భారమితి సహాయంతో కూడా, మనం ఎంత ఎత్తున ఉన్నదీ తెలుసుకోవచ్చు. అయితే ఒత్తిడిని తెలుసుకోవడం కోసం భారమితిని 'మరగబెట్ట'నవసరం లేదు. ఎత్తుకు పోయిన కొద్దీ వాతావరణ పీడనం తగ్గుతుంది. ఇందుకు కూడా, సముద్రమట్టం నుండి, పైకి పోతున్న కొద్దీ, వాతావరణ పీడనం తగ్గిపోయే తీరును చూపే పట్టిక అవసరం ఉంటుంది. లేదా కనీసం అందుకు అవసరమయిన మూలసిద్ధాంతం, ఫార్ములా తెలిసి ఉండాలి. హాస్య రచయిత మాత్రం అన్ని విషయాలను కలగలిపి 'బారోమీటర్ సూప్' వండించడానికి సిద్ధమయాడు.

మరిగే నీరు ఎప్పుడూ వేడిగానే ఉంటుందా?

జూల్స్‌వెర్న్ రాసిన హెక్టర్ సెర్వడాక్ అనే నవలలో బ్యాట్‌మెన్ – జొఫ్ అనే పాత్ర ఉంది. బెన్– జొఫ్‌కు మరిగే నీరు ఎక్కడ ఉన్నా సరే చాలా వేడిగా ఉంటుందని నమ్మకం. సెర్వడాక్‌తో బాటు అతనొక తోకచుక్క మీద చిక్కి ఉండక పోతే, అతని నమ్మకం తుదిదాకా అలాగే నిలిచి ఉండేది. వీరిని మోసుకు పోయిన ఈ తోక చుక్క, ముందువచ్చి భూమిని ఢీకొంటుంది. అప్పుడే వీరిద్దరూ ఉన్న భూభాగం ఒకటి విడిపోయి, తోకచుక్కకు అతుక్కుని దానితో బాటే విశ్వంలో ప్రయాణం మొదలుపెడుతుంది. సరిగ్గా అప్పుడే, మరిగేనీరు అన్నిచోట్లా ఒకే విధంగా వేడిగా ఉండనవసరం లేదని బ్యాట్‌మన్‌కు అర్థమవుతుంది. అతను ఉదయపు టిఫిన్ తయారు చేస్తుండగా ఈ సంగతిని అనుకోకుండా తెలుసుకుంటాడు.

"బెన్‌జొఫ్ పాత్రలోనీరు పోసి మరిగించడానికి పెట్టాడు. అతను చేతిలో గుడ్లు పట్టుకున్నాడు. అవి ఈకలవలె తేలికగా ఉన్నాయి. లోపలంతా ఖాళీయేమోననిపించే ట్లున్నాయి ఆ గుడ్లు. రెండు నిమిషాలలోపలే నీరు మరగడం మొదలు పెట్టింది. బెన్-జొఫ్ ఆశ్చర్యపోయాడు.

"అమ్మయ్యో! మంట చాలా వేడిగా ఉండి ఉండాలి!" అన్నాడతను.

కొంచెం ఆలోచించిన తర్వాత సెర్వడాక్ జవాబిచ్చాడు.

"మంటవేడిగా లేనేలేదు. నీళ్లే త్వరగా మరిగే రకానివి!

అలా అంటూ ఉండగా అతను గోడనుండి థర్మామీటరు తీసి మరుగుతున్న నీటిలో ఉంచాడు. అది సరిగ్గా 66 డిగ్రీలు చూపింది.

"చూచావా, కాప్టెన్!"

"అందుకే బెన్-జూఫ్, నా సలహా ఏమిటంటే, గుడ్లను కనీసం పావుగంటసేపు ఉడకనియ్యి!"

"మరీ గట్టి పడిపోతాయేమో?"

'అలా కాదు లేవయ్యా! అలా ఉంచితేనే సరిగ్గా ఉడుకుతాయి.'

వాతావరణంలో ఎత్తు తగ్గినందుకే ఈ విధంగా జరగిందని తెలుస్తూనే ఉంది! భూమి మీద ఒత్తిడి కలుగజేసే గాలిస్తంభపు ఎత్తు తగ్గిపోయింది. అది మూడవ వంతు తగ్గింది. అందుకే తక్కువ పీడనంవల్ల నీరు 100 కు బదులు 66 డిగ్రీల దగ్గరే మరిగింది. సముద్రమట్టానికి 11 కి. మీ. ఎత్తుండే కొండమీద కూడా ఇలాగే జరిగి ఉండేది. కాప్టెన్ దగ్గర భారమితి కూడా ఉండి ఉంటే, వాతావరణ పీడనం తగ్గిన సంగతి అందులో తెలిసిపోయేది."

మనం వారి పరిశీలనలను అవును, కాదు అననవసరం లేదు. నీరు 66 డిగ్రీల సెంటిగ్రేడ్ దగ్గర మరిగిందని వారు అంటున్నారు. మనం ఒప్పుకుందాం. అయితే, అంత తగ్గిన వాతావరణ పీడనంలో వారిద్దరూ ఏ కష్టం లేకుండా ఉన్నారంటే మాత్రం అనుమానం అనిపిస్తుంది. 11,000, మీటర్ల ఎత్తు కొండమీద కూడా నీరు ఇలాగే మరుగుతుందని జూల్స్‌వెర్న్ చెప్పిన సంగతి శాస్త్రపరంగా నిజమవుతుంది. ఈ ఎత్తున లెక్కప్రకారం నీరు 66° సెం. దగ్గరే మరగాలి (ఒక కి.మీ. ఎత్తుకు చేరిన కొద్దీ, నీటి మరుగుస్థానం 3° సెం. తగ్గుతుందని, మనం ఇంతకు ముందే గమనించాం. నీరు 66 డిగ్రీల దగ్గర మరగాలంటే 34/3= ఇంచుమించు 11 కి. మీ. ఎత్తుకు చేరుకోవాలి). ఈ పరిస్థితిలో వాతావరణ పీడనం, పాదరస స్తంభంలో 190 మి. మీలు మాత్రమే చూపుతుంది. ఇది మామూలు పీడనంలో సరిగ్గా నాలుగవ వంతు. ఇంత పల్చనయిన గాలిని పీల్చుకోవడం చాలా కష్టం. ఈ ఎత్తు నిజానికి స్తారావరణంలోకి లెక్కింపబడుతుంది. ఆక్సిజన్ ముసుగులు లేకుండా ఈ ఎత్తుకు విమానంలో పోయిన పైలట్లు స్పృహ కోల్పోయినట్లు ఇంతకు ముందే తెలుసు. అయితే సెర్వడాక్, అతని సహచరుడు బ్యాట్‌మన్ మాత్రం మామూలుగానే ఉన్నట్లున్నారు. సెర్వడాక్ దగ్గర భారమితి లేకపోవడం మంచిదే అయింది. అది ఉండి ఉంటే, మామూలుగా కాకుండా తప్పుడు కొలతలు చూపించినట్లు రాయవలసి వచ్చేదేమో!

మన ఇద్దరు హీరోలు ఈ ఊహాధూమకేతువు మీదగాక, అంగారక గ్రహం మీద

గనుక ఉండి ఉంటే, ఇంకా చల్లని మరిగే నీరు దొరికేది. ఆ గ్రహం మీద వాతావరణ పీడనం 60 –70 మి.మీ. లకు మించదు. నీరు కేవలం 45° సెం. దగ్గరే మరుగుతుంది.

భూమి మీదకన్నా పీడనం ఎక్కువగా ఉండే గనుల లోతుల్లో, మరిగేనీరు ఎక్కువవేడి ఉంటుంది. 300 మీటర్ల లోతుకు పోతే నీరు 101° సెం. వద్ద మరుగుతుంది. 600 మీటర్ల లోతుకు చేరితే అవి 102° వద్ద మరుగుతాయి.

ఒత్తిడి బాగా ఎక్కువయితే, ఆవిరి ఇంజను బాయిలర్లోనే నీరు మరుగుతుంది. పీడనం 14 అట్మోస్ఫియర్లు ఉంటే, నీరు 200° సెం. దగ్గరకానీ మరగదు. గాలిపంపు బెల్ జార్ కింద, నీటిని గది ఉష్ణోగ్రతలోనే మరిగేలా చేయవచ్చు. అక్కడ మరిగే నీరు కేవలం 20° సెం. మాత్రమే ఉంటుంది.

వేడిమంచు :

ఇంతవరకు మనం చల్లని మరిగే నీటిని గురించి తెలుసుకున్నాం. ఇంతకంటే ఆశ్చర్యకరమయిన పదార్థం ఇంకొకటి ఉంది. అదే వేడిగా ఉండే మంచు. సున్నా డిగ్రీ సెంటిగ్రేడ్‌కు మించిన ఉష్ణోగ్రతలో నీరు ఘనరూపంలో ఉండజాలదనే ఆలోచన మన మెదళ్లలో నాటుకుపోయింది. అయితే బ్రిడ్జ్‌మన్ అనే భౌతికశాస్త్రవేత్త ఈ విషయం నిజంకాదని రుజువు చేశాడు. ఒత్తిడిబాగా పెంచితే నీరు సున్నా డిగ్రీల కన్నా ఎక్కువ ఉష్ణోగ్రతలో కూడా మంచుగా ఘనరూపంలో నిలిచి ఉంటుందని అతను చూపించాడు. అంటే ఒకటికన్నా ఎక్కువ రకాల మంచులున్నాయని అతను, నిరూపించాడన్నమాట.

'మంచు నంబర్ 5' అని అతను పిలిచే ఈ వేడి మంచు, 20,600 అట్మాస్ఫియర్ల వాతావరణ పీడనంలో తయారవుతుంది. అది 76° సెం. వద్ద కూడా ఘనరూపంలో గట్టిగా ఉంటుంది. మనం దాన్ని ముట్టుకునే వీలు ఉండదు గానీ, ఒకవేళ ముట్టుకోగలిగితే, వేలు చుర్రుమంటుంది. కాలుతుంది. ఈ మంచును శక్తిగల ప్రెస్‌కింద, మంచి స్టీలుతో తయారుచేసిన చాలా మందంగల గోడలు ఉండే గదిలో తయారు చేస్తారు. అందుకే ధాన్ని మనం ముట్టుకోవడం వీలుపడదు. దాన్ని మనం కళ్లతో చూడడానికి కూడా లేదు. పరోక్షంగా తెలిసిన విషయాల ఆధారంగా, దాని లక్షణాలను ఊహించుకోవలసిందే.

ఈ 'వేడిమంచు' సాంద్రత మామూలు మంచుకన్నా ఎక్కువగా ఉంటుందంటే ఆశ్చర్యపోతారేమో! ఇది నీటికంటే కూడా సాంద్రంగా ఉంటుంది. దాని విశిష్టగురుత్వం 1.05. అది నీటిలో మునుగుతుంది. మామూలు మంచు నీటిలో తేలుతుందని మనకు తెలుసుగదా!

బొగ్గునుండి చల్లదనం :

బొగ్గునుండి వేడిమిని మాత్రమే గాక చల్లదనాన్ని కూడా పొందవచ్చునంటే ఆశ్చర్యం లేదు. 'పొడిమంచు' అనే పదార్థాన్ని తయారుచేస్తున్న కర్మాగారాల్లో ఇది నిత్యం జరుగుతున్న సంగతే! ఇక్కడ బొగ్గును బాయిలర్ డ్రమ్ముల్లో వేసి మండిస్తారు. అందులోనుండి వచ్చే పొగను పరిశుభ్రపరిచి, అందులోని కార్బన్ డై ఆక్సైడును, క్షారద్రావణంలో పట్టి ఉంచుతారు. వేడి చేసి వేరు చేసిన శుభ్రమయిన బొగ్గుపులుసు వాయువును, చల్లబరిచి, పీడనానికి గురిచేసి ద్రవంగా మారుస్తారు. అందుకు 70 అట్మాస్ఫియర్ల పీడనం అవసరమవుతుంది. ఈ ద్రవాన్నే చల్లని పానీయాలు తయారుచేసే కర్మాగారాలకు, ఇతర పారిశ్రామిక ఉపయోగాలకోసం, దళసరి గోడలుండే సిలిండర్లలో పంపుతుంటారు. ఈ ద్రవం నేలను కూడా గడ్డకట్టించగలుగుతుంది. మాస్కోలో భూగర్భ రైల్వే నిర్మించినపుడు అలాగే చేశారు. అయితే కొన్ని సందర్భాలలో కార్బన్ డై ఆక్సైడ్ ఘన రూపంలో అవసరమవుతుంది. దాన్నే 'పొడిమంచు' అంటారు.

పీడనాన్ని తగ్గించి, త్వరగా ఆవిరిచేయడం ద్వారా కార్బన్ డై ఆక్సైడ్ ద్రవం పొడి మంచుగా మారుతుంది. ఈ మంచు చూడడానికి, ఫ్రిజ్‌లో తయారయిన మంచులా గాక, శీతల ప్రాంతాలలో కురిసిన తెల్లని మంచుపొడిలా కనబడుతుంది. ఇది, నీటిని గడ్డ కట్టించి మంచుకన్నా బరువు ఎక్కువ. కాబట్టి నీటిలో మునుగుతుంది. మైనస్ 78° సెం. మాత్రమే ఉన్నా, దీన్ని నెమ్మదిగా పట్టుకుంటే, చేతికి చల్లదనం వల్ల హాని కలుగదు. చేతికి తగలగానే వెచ్చదనం వల్ల వాయువుగా మారిన బొగ్గు పులుసు వాయువు, చర్మాన్ని కాపాడుతుంది. పొడిమంచు ముక్కలను గట్టిగా పట్టుకుంటే మాత్రం, వేళ్లు గడ్డకట్టుకు పోయే ప్రమాదం ఉంది. దాని యొక్క భౌతిక లక్షణాలను బట్టి చూస్తే 'పొడిమంచు' అన్నది దానికి ఎంతో తగిన పేరు అనిపిస్తుంది. ఇది ఎప్పుడూ తడికాదు. తగిలిన ఏవస్తువునూ తడిచేయదు. వెచ్చనయితే, వెంటనే వాయువుగా మారిపోతుంది. ఒక అట్మాస్ఫియర్ కన్నా పీడనం ఏ కొంచెం ఎక్కువయినా కార్బన్ డై ఆక్సైడు ద్రవరూపంలో ఉండజాలదు. అందుకే అది నేరుగా వాయువవుతుంది.

పొడిమంచుకు గల ఈ ప్రత్యేక లక్షణం, దాని అత్యల్ప ఉష్ణోగ్రతవల్ల ఇది ఎంతో ఉపయోగకరమయిన వస్తువుగా రూపొందింది. దీనితో నిలువచేసిన వస్తువులు, తడిసి పోతాయన్న భయం లేదు. బూజులు, ఫంగస్ వచ్చి పాడవుతాయన్న భయం అంతకన్నా లేదు. ఈవాయువు సూక్ష్మజీవులను పెరగనీయదు గదా! ఈ వాతావరణంలో పురుగులు, ఎలుకలు కూడా బ్రతకలేవు. చివరగా కార్బన్ డై ఆక్సైడ్ మంటలను ఆర్పడానికి బాగా పనికి వస్తుంది. మండుతున్న పెట్రోలులోకి, పొడిమంచు ముద్దలను కొన్నింటిని పడేస్తే, మంటలు ఒక్కసారిగా ఆరిపోతాయి. అందుకే పరిశ్రమల్లో, నివాసాల్లో పొడిమంచు ప్రాచుర్యం పెరిగి పోయింది.

కాంతి

పట్టు బడిన నీడలు :

మన పూర్వీకులు నీడలను పట్టుకోలేక పోయారు. అయినా వాటిని కొన్ని ప్రయోజనాలకు వాడుకున్నారు. వారు నీడలతో చిత్రాలను తయారుచేసుకున్నారు. ఇప్పటి కాలంలో మనకు బొమ్మలు కావాలనుకుంటే ఫోటోగ్రాఫరు దగ్గరకు పోతాము. కానీ 18వ శతాబ్దంలో ఫోటాగ్రాఫర్లు లేరు. చిత్రకారులు బొమ్మలను గీయడానికి చాలా డబ్బు అడిగేవారు. అది ధనికులకు మాత్రమే వీలయేది. అందుకే ఈ నీడబొమ్మలు (ఛాయా చిత్రాలు అని ఇప్పుడు మనం ఫోటోలను కూడా పిలుస్తున్నాము - అనువాదకుడు) ఆ కాలంలో చాలా ప్రచారంలో ఉండినయి.

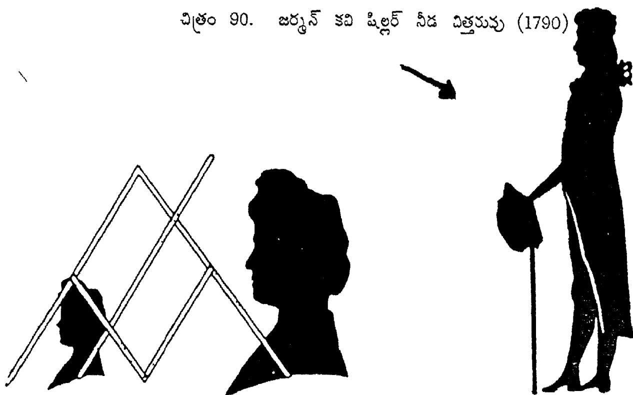
ఛాయచిత్రాలు అంటే నిజానికి పట్టుబడిన నీడలు. ఈ పనిని వెనకటివారు కొంత సాంకేతికపరమైన ఏర్పాట్ల సాయంతో చేశారు. ఇందుకు పూర్తిగా వ్యతిరేకమయిన నేటి ఫోటోగ్రాఫు ఛాయాచిత్రాలకు, ఆనాటి నిజమయిన ఛాయాచిత్రాలకు గల భేదాన్ని సులభంగా చెప్పవచ్చు. ఫోటోస్ అనే గ్రీకు మాటకు వెలుగు అని అర్థం. ఈ నాటి ఫోటోగ్రాపర్లు కాంతిని పట్టుకుని బొమ్మలను తయారుచేస్తారు. వెనకటి వారు నీడలను పట్టుకుని చిత్రాలను గీసుకున్నారు.



చిత్రం 88. నీడ బొమ్మలు చిత్రించే పాతకాలపు పద్ధతి

చిత్రం 88 లో ఈ నీడబొమ్మలను గీసే పద్ధతిని చూడవచ్చు. చిత్రం గీయించుకో దలుచుకున్న వ్యక్తి తన ముఖం నీడ, తెరమీద, పక్కనుంచి చూస్తే కనబడే రూపంగా పడేట్లు కూచుంటాడు. ఈ నీడ తాలూకు రేఖలను పెన్సిలుతో

ముందు గీసుకుంటారు. తరువాత లోపలి భాగాలకంతా నలుపు పూస్తారు. ఆ బొమ్మను కత్తిరించి తెల్లకాగితం మీద అతికిస్తారు. ఇదే నీడచిత్రం లేదా సిలూఎట్ అవసరమయినపుడు ఫోటోగ్రాఫ్ అనే పరికరం సాయంతో ఈ బొమ్మను చిన్నదిగా పెద్దదిగా మార్చుకోవచ్చు. చిత్రం 90. నల్లగా చుట్టూ గీతలు మాత్రమే గీసిన ఈ బొమ్మలో వ్యక్తి తాలూకు ముఖం పోలికలు, వివరాలు కనిపించవని అనుకోనవసరం లేదు. కొన్ని సార్లు ఇందులో వివరాలు ముఖమంత వివరంగానూ కనబడగలవు.



చిత్రం 90. జర్మన్ కవి షిల్లర్ నీడ చిత్తరువు (1790)

చిత్రం 89. నీడ బొమ్మను చిన్నది చేసే పద్ధతి

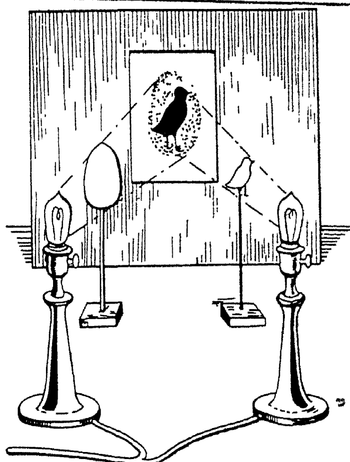
ఈ లక్షణం వల్ల చాలామంది చిత్రకారులు ఆసక్తిపడ్డారు. ఈ రకంగా చిత్రాలను గీయనారంభించే సరికి, అది ఒక గుర్తింపబడిన పద్ధతి అయింది. సిలూఎట్ (నీడబొమ్మ) అనే పేరు చాలా విచిత్రంగా వచ్చింది. 18వ శతాబ్దంలో ఫ్రాన్సు దేశానికి ఎటిఎన్ డి సిలూఎట్ అని ఆర్థిక మంత్రి ఒకాయన ఉండేవాడు.

ఫ్రెంచి ధనికులు, రాజకుటుంబాల వారు తమ చిత్రాల కొరకు ఖర్చు చేస్తున్న పెద్ద మొత్తాలను గమనించి, పొదుపు చేయవలసిందిగా వారిని సిలూఎట్ అభ్యర్థించాడు. చవక పద్ధతిని తయారయే నీడ చిత్రాలకు సిలూఎట్ 'అభిప్రాయాల ప్రకారం' తయారయినవని పేరు వచ్చింది.

గుడ్డులో కోడిపిల్ల :

నీడలకు గల లక్షణాల ఆధారంగా మనం కొన్ని వింతలను ప్రదర్శించవచ్చు. కార్డుబోర్డుమీద ఒక నలుచదరపు కంత చేసి, దాని మీద నూనెకాగితం అంటించి ఒక తెరలా ఏర్పాటు చేయండి. ఈ తెర అటుపక్కన, పైనగానీ, పక్కనగానీ, కప్పు లేకుండా ఉండే టేబుల్‌ల్యాంపులను రెంటిని ఉంచండి. ఇటుపక్కన, మన మిత్రులు కూచుంటారు. మొదటి దీపాన్ని వెలిగించండి. గుడ్డు ఆకారంలో ఒక

అట్టముక్కను కోసి, అవి దీపానికి, తెరకు మధ్యన తీగమీద వేలాడేలా ముందే ఏర్పాటు చేయాలి. తెరమీద ఒక గుడ్డు ఆకారం కనబడుతుంది. మరో దీపం ఇంకా వెలిగించబడలేదు. ఇప్పుడు, గుడ్డులో ఉండే పిల్లను కనుగొనడానికి వీలు కలిగించే ఎక్స్-రే యంత్రం మీ దగ్గర ఉందని చెప్పండి. వెంటనే గుడ్డు నీడ పలుచనయి, దాని మధ్యలో చక్కని కోడిపిల్ల ఆకారం కనబడుతుంది. (చిత్రం 91)



చిత్రం 91. ఉత్తుత్త ఎక్సరే ఫోటో

ఇది నిజంగా సులువు. రెండవ దీపాన్ని కూడా వెలిగిస్తే చాలు. దానికీ తెరకు మధ్యలో అట్టలో కత్తిరించిన కోడిపిల్లరూపం తీగమీద వేలాడుతూ ఉంటే చాలు! కోడి బొమ్మ పడనంత మేరకు, గుడ్డు బొమ్మ నీడ మీద, కుడి ల్యాంపు వెలుగు పడుతుంది. అందుకే ఆనీడ పల్చనవుతుంది. మీరు చేసిన ఏర్పాట్లన్నీ చూడకపోతే, భౌతికశాస్త్రం శరీరశాస్త్రం తెలియకపోతే, మీ మిత్రులు నిజంగానే గుడ్డులో పిల్ల కనబడిందనుకుంటారు.

వింత ఫోటోగ్రాఫులు :

కటకం ఉండవలసినచోట కేవలం ఒక చిన్న రంధ్రాన్ని మాత్రం ఏర్పాటుచేసి ఒక కెమెరాను తయారు చేయవచ్చునని చాలామందికి తెలియకపోవచ్చు. అయితే ఇందులో బొమ్మకాస్త పల్చగా కనబడుతుంది. ఈ కటకం లేని కెమెరాను కొంచెంగా మార్చి రంధ్రం బదులు కూడిక గుర్తులాగ రెండు చీలికలు ఏర్పాటు చేసి, చీలిక కెమెరా తయారు చేయవచ్చు. ఈ రెండు చీలికలు వేరువేరు పలకల మీద ఉండాలి. ఈ రెండు పలకలను కూడిక గుర్తు సరిగ్గా వచేట్లు ఒక

దాని మీద ఒకటి ఉంచితే రంధ్రం కెమెరాలో లాగనే బొమ్మ వస్తుంది. పోలికలేవీ మారవు. కానీ ఈ పలకలను కొంచెం అటుగానీ , ఇటుగానీ కదిపితే, బొమ్మ ఆకారం మారిపోయి చిత్రం 92, 93 లలో లాగ వింత ఆకారాలు వస్తాయి.



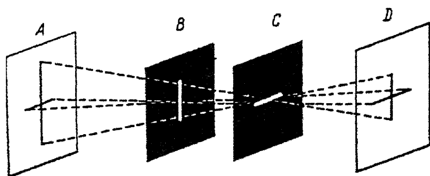
చిత్రం 92. "చీలిక" కెమేరాతో వ్యంగ్య చిత్రం. బొమ్మ అడ్డంగా సాగదీయబడింది.



చిత్రం 93. అదే బొమ్మ నిలువుగా సాగదీయబడింది.

ఇలా ఎందుకు జరుగుతుంది? అడ్డు చీలిక గల పలకను, నిలువు చీలికగలదాని ముందు ఉంచితే ఏమవుతుందో చూద్దాం. (చిత్రం 94) చిత్రంలోని D అనే గుర్తులో నిలువు గీతనుండి వచ్చే కిరణాలు, C అనే చీలిక గుండా సాధరణంగా ప్రసరిస్తాయి. B అనే చీలిక కూడా వాటి ఆకారాన్ని మార్చదు. కాబట్టి A అనే గాజు తెరమీద ఆ గీత A - C ల మధ్య దూరం అధారంగా కనబడుతుంది. అయితే D లోని అడ్డుగీత మాత్రం నీడలోకి వచ్చేసరికి బాగా మారిపోతుంది. ఈ గీతనుండి వచ్చే కిరణాలు అడ్డుచీలిక నుండి అడ్డంకి లేకుండా ప్రసరిస్తాయి. B అనే నిలువు చీలికను చేరేదాకా వాటికే మార్పు జరగదు. అక్కడనుండి, మామూలు గుండ్రని రంధ్రంలోంచి, అవి ప్రసరించి, తెరమీద కనబడతాయి. అయితే వాటి ఆకారం A, B ల మధ్య గల దూరం అధారంగా మారుతుంది. (ఇక్కడ తగ్గుతుంది.)

అంటే నిలువు గీతలన్నీ ఒక C అనే చీలిక మాత్రమే ఉందేమోననే విధంగా, అడ్డుగీతలకు B చీలిక మాత్రమే ఉన్నట్లు తెరమీద కనబడతాయి. తెరకు C ఎక్కువ దూరంలో ఉంటుంది. కాబట్టి అడ్డుగీతల కంటే, నిలువు గీతలు పెద్దవిగా కనబడతాయి. అంటే ప్రతిబింబం నిలువుగా పొడగదీసినట్లుంటుంది. పలకలను మార్చితే బొమ్మ అడ్డంగా సాగదీసినట్లు కనబడుతుంది. (చిత్రం 92, 93 లను పోల్చిచూడండి) పలకలను వాలుగా ఉంచితే బొమ్మలు మరింత మారి కనబడతాయి.



చిత్రం 94. "చీలిక" కెమేరాలో బొమ్మలు వ్యక్తీకించడానికి కారణం.

ఈ రకం కెమెరాలు తమాషా చిత్రాలను తయారుచేయడానికేకాక, భవన నిర్మాణాలలో కొన్నిచోట్ల, తివాచీలు, గోడలపై అతికించే కాగితం డిజైనులు, మరెన్నో అలంకరణ వస్తువులు తయారుచేయడానికి పనికి వస్తుంది. తయారు చేసుకున్న డిజైనును అవసరం మేరకు పెంచడం, తగ్గించడం మొదలయినవి ఈ కెమెరాతో చేయవచ్చు.

సూర్యోదయం సమస్య:

సరిగ్గా ఉదయం అయిదుగంటలకు సూర్యోదయం చూడడానికి నిద్రలేచామనుకోండి. కాంతి వెంటనే ప్రసరించదు. దాని ఉత్పత్తిస్థానంనుండి, అది మీ కంటి దాకా రావాలంటే కొంత వ్యవధి అవసరం. ఒకవేళ కాంతి తక్షణమే కనబడేటట్లయితే మీకు సూర్యోదయం సరిగ్గా ఎప్పుడు కనిపించేది?

సూర్యకాంతి భూమిని చేరడానికి ఎనిమిది నిమిషాలు పడుతుంది. కాబట్టి కాంతి తక్షణం మనకు కనబడేటట్లయితే, ఈ వ్యవధి తగ్గి, సూర్యోదయం 4.52 గం||లకే కనబడుతుందని అనిపించవచ్చు. కానీ ఇలా అనుకుంటే తప్పే. సూర్యోదయం అంటే అప్పటికే వెలుగులోనున్న అంతరిక్ష దిశలోకి భూమి మీది భాగం తిరిగి చేరడం. అందుకని కాంతి తక్షణం కనబడేటట్లున్నా సూర్యోదయం అయిదు గంటలకే కనబడుతుంది.

వాతావరణ వక్రీభవనాన్ని కూడా మనం లెక్కలోకి తీసుకుంటే ఫలితాలు మరింత ఆశ్చర్యకరంగా ఉంటాయి. వక్రీభవనం వల్ల కాంతి నడిచే మార్గం వంపు తిరుగుతుంది. కాబట్టి కాంతి దిక్చక్రానికి కిందగా ఉండగానే మనం సూర్యోదయాన్ని చూడగలుగుతాం. అయితే కాంతి, తక్షణమే ప్రసరించి కనబడితే, వక్రీభవనం ఉండదు. కాంతి వేగంలో మార్పులు ఉంటేనే, అది వివిధ యానకాల్లో మారుతుంటేనే వక్రీభవిస్తుంది. వక్రీభవనం ఉండదు కాబట్టి మనం సూర్యోదయాన్ని కొంచెం నిదానంగా చూస్తాము. ఈ ఆలస్యం రెండు నిమిషాలనుండి కొన్ని రోజులదాకా ఉండవచ్చు. ఇది అక్షాంశం, గాలి వేడిమి, మరికొన్ని అంశాలమీద ఆధారపడి ఉంటుంది. అంటే, కాంతి ప్రయాణానికి సమయం అవసరం లేకుండా తక్షణమే కనబడేటట్లయితే, సూర్యోదయాలు మనకు ఆలస్యంగా కనబడతాయి. విచిత్రం కదూ!

అయితే, సూర్యునిలో మండే మంటలను టెలిస్కోపు సాయంతో చూస్తుంటే మాత్రం మరోవిధంగా జరుగుతుంది. అప్పుడు కాంతికి తక్షణం కనపడే లక్షణం వల్ల మనకు ఆ మంటలు ఎనిమిది నిమిషాలు ఆలస్యంగా కనబడతాయి.

మాట్లాడే తల :

విషయం తెలియని వారిని ఈ ప్రదర్శన ముగ్ధులుగా చేయగలదు. బల్ల మీద ఒక పళ్లెంలో జీవంగల తల ఒకటి ఉంటుంది. శరీరాన్ని దాన్ని వేరు చేసి తెచ్చి పెట్టినట్లుంది. అది కళ్ళు తిప్పుతూ, మాట్లాడుతుంది. తింటుంది కూడా. మీరు ఆ తల ఉన్న చోటికి వెళ్లలేరు గానీ, దూరం నుంచి చూస్తే, బల్ల కింద ఏమీ లేదని నిస్సందేహంగా చూడగలుగుతారు. మీరెప్పుడయినా ఇటువంటి, ప్రదర్శనను చూడడం జరిగితే, ఒక కాగితాన్ని ఉండకట్టి, ఆ బల్ల కిందకు విసరండి. కాగితం వెనకకు వచ్చేస్తుంది. ఇక రహస్యం నిలవదు. కాగితం ఉండ ఒక అద్దానికి కొట్టుకుని వెనక్కు వచ్చింది. కాగితం అద్దం వరకు పోకున్నా, అక్కడ అద్దంలో అది కనబడడంతో విషయం మాత్రం బయట పడుతుంది.

బల్ల ఒక కాలినుండి మరో కాలిదాకా అద్దం ఏర్పాటుచేసి, బల్ల కింద ఏమిలేదనే భ్రమ కలిగించవచ్చు. అయితే ఆ అద్దంలో గదిలోని ఇతరవస్తువులు, చూడవచ్చినవారు మాత్రం కనబడకుండా జాగ్రత్త పడాలి. అందుకనే, ఆ గదిలో ఇంకే వస్తువులు లేకుండా, గోడలన్నీ ఒకే విధంగా ఉండేట్లు ఏర్పాటు చేయడం అవసరం. నేలలో కూడా డిజైనులు వగైరాలేవీ లేకుండా, ఒకేరకంగా ఉండాలి. ఇక చూడవచ్చిన వారిని కూడా దూరంలోనే ఉంచాలి. ఇందులోని రహస్యం చాలా సులువయినది. కానీ అది తెలిసేవరకు, నోరు వెళ్ల బెట్టుకుని చూడవలసిందే. (చిత్రం 98)



చిత్రం 98. మొండెంలేని తలయొక్క రహస్యం.

కొన్ని సార్లు ఈ ప్రదర్శన మరింత విచిత్రంగా ఉంటుంది. ఇంద్రజాలికుడు ముందు ఒక ఖాళీ బల్లను చూపిస్తాడు. దాని మీద ఏమీ ఉండదు. ఇందులో బ్రతికిన తల ఉందంటూ ఒక ఖాళీపెట్టెను అక్కడకు తీసుకువస్తాడు. నిజానికది ఖాళీగా ఉంటుంది. ఆ పెట్టెను బల్ల మీదపెట్టి నెమ్మదిగా దాని చెక్కను తొలగిస్తాడు. అందులో తల ప్రత్యక్షమవుతుంది. ఆ బల్లపై చెక్కలో ఒక రహస్యద్వారం ఉందనీ, దాని కింద, అద్దం వెనక కూచున్న మనిషి, అడుగులేని పై పెట్టెను బల్లమీద పెట్టిన తర్వాత నెమ్మదిగా అందులోకి తల దూర్చి ఉంటాడని మీరు ఊహించి ఉంటారు. చిత్రం 98. ఈ ప్రదర్శనను చేసే విధానాలు మరి కొన్ని కూడా

ఉన్నాయి. వాటిని చూస్తే సంగతి మీకే తెలిసిపోతుంది.

ముందా? వెనకా?

ఇంట్లో మనం చాలా వస్తువులను సక్రమంగా వాడుకోము. ఒక పానీయాన్ని చల్ల బరచడానికి, చాలా మంది మంచును సరిగా వాడలేరని మీకు ఇదివరకే తెలుసు. గ్లాసును, మంచు మధ్యలో ఉంచే బదులు, దాని మీద పెడుతుంటారు. అలాగే అద్దాన్ని సరిగ్గా వాడడం కూడా చాలా మందికి తెలియదు. చాలా సార్లు వెలుతురును తమ వెనక ఏర్పాటు చేసి, అద్దంలోని ప్రతిబింబం వెలిగిపోతుందనుకుంటారు చాలా మంది. నిజానికి వెలుగు ముఖం మీద పడేట్లు ఏర్పాటు చేస్తే అద్దంలో బాగా కనబడుతుంది. ఇలా చేసే అమ్మాయిలు చాలా మంది ఉంటారు. కనీసం ఈ పుస్తకం చదువుతున్న అమ్మాయిలయినా, అద్దం వాడదలుచుకున్నప్పుడు, వెలుతురు తమ ముఖం మీద పడేట్లు తమ ముందు ఉంచుకుంటారని నా నమ్మకం.

అద్దం కనబడుతుందా?

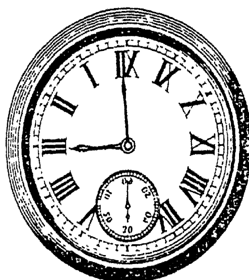
అందరూ ప్రతిరోజు అద్దాన్ని వాడేవారే. అయినా చాలామంది ఈ ప్రశ్నకు తప్పుడు సమాధానం ఇస్తారు. దానితో మరోసారి, అద్దం గురించి మనకు సరిగా తెలియదని రుజువవుతుంది. అద్దాన్ని చూడగలుగుతామనుకునే వారంతా పప్పులో కాలేసినట్లే! మంచిది, పరిశుభ్రమయినదీ అయిన అద్దం కనబడదు. దాని ఫ్రేము కనబడుతుంది. దాని అంచు, అందులో కనబడుతున్న సమస్తమూ చూడగలం గానీ, స్వయంగా అద్దాన్ని మాత్రం చూడలేము. అది మకిలిగా ఉంటే కనబడుతుంది. కాంతిని అన్నివైపులకు చెదరగొట్టే వికిరణ తలాలే తప్ప, కాంతిని పరావర్తనం చెందించే వేవీ కనబడవు. పరావర్తన తలం పాలిష్ చేయబడి ఉంటుంది. వికిరణ తలం అంత మెరుపుగా ఉండదు. అద్దాలను ఉపయోగించి చేసే, 'మాట్లాడే తలకాయ' వంటి ట్రిక్కులన్నీ, వాటి ఈ అదృశ్యశక్తి మీద ఆధారపడినవే. అద్దంలో వివిధ ఇతరవస్తువులు కనబడేట్లు చేస్తేచాలు.

అద్దంలో!

అద్దంలో చూచుకుంటే మనకు మనం కనబడతాం. ఆ కనబడేది అన్ని విధాలా అచ్చంగా మన రూపమేనని, అందులో సూక్ష్మమయిన వివరాలన్నీ కూడా కనబడుతున్నాయని చాలా మంది అనుకుంటారు.

ఈ సంగతిని కాస్త పరీక్షించి చూద్దాం. మీకు ఎడమ చెంప మీద ఒక పుట్టుమచ్చ ఉందనుకోండి. తలను మీరు కుడివేపు దువ్వుకుంటారనుకోండి. అద్దంలో మీ డూప్లికేటు మాత్రం ఎడమ వేపు దువ్వుకుంటాడు. మీ కుడి కనుబొమ్మ

ఎడమ దానికన్నా మందంగా, ఎత్తుగా ఉందనుకుందాం. మీ డూప్లికేటు వ్యవహారం ఇందుకు వ్యతిరేకంగా ఉంటుంది. మీరు గడియారాన్ని కుడి జేబులో, పర్సును ఎడమ జేబులో పెట్టుకుంటారు. డూప్లికేటుకు మాత్రం తారుమారు అలవాట్లు! ఆయనగారి గడియారం డయలునొకసారి చూడండి. మీ గడియారం అసలలా లేనేలేదే! గడియారంలో అంకెలు వాటిక్రమం విచిత్రంగా లేదూ? రోమను అంకెలయితే ఎనిమిది మారిపోయి IIX లాగ ఉంటుంది. అందునా అది పన్నెండు ఉండవలసిన చోటు ఉంటుంది. ఆ గడియారంలో పన్నెండు లేనేలేదు. డూప్లికేటు గడియారంలో ముళ్లు అపసవ్యంగా తిరుగుతాయి.



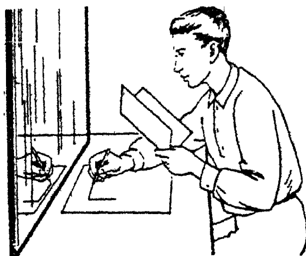
చిత్రం 99. అద్దంలో దీన్ని చూడాలి.

మీకు లేనిదీ, అద్దంలో డూప్లికేటుకు ఉండేది ఒక శరీర లక్షణం ఉంది. అది ఎడమ చేయి వాటం. అతను రాయడం, తినడం అన్ని పనులు ఎడమచేత్తోనే చేస్తాడు. 'షేక్‌హాండ్' అని మీరు కుడిచేయి ముందుకు చాచితే, అతగాడు ఎడమ చేయి చాస్తాడు. ఇంతకూ అతనికి అక్షరాలు వచ్చా? వచ్చు అన్నా తెలివి విచిత్రమయినది. అతను పట్టుకున్న పుస్తకంలోని ఒక అక్షరం ముక్కను కూడా మీరు చదవ లేరు. అతను ఎడమ చేతితో రాసే రాతలు కూడా మీకు అంతుపట్టవు.

ఇతనేనండీ అచ్చంగా మీలాగే ఉంటాడనుకుంటున్నమనిషి! మీరు కూడా అతను అన్ని విధాల మీలాగే ఉన్నాడంటున్నారు!

సరదా మాట అటుంచి, అద్దంలో చూచినపుడు మిమ్మల్ని మీరే చూస్తున్నా మనుకుంటే తప్పే! మనుషుల ముఖాలు, శరీరం, దుస్తులు రెండు సగాల్లోనూ ఒకే విధంగా ఉండవు. అయితే సాధారణంగా మనం ఈ విషయాన్ని పట్టించుకోము. ఎడమ సగం, అచ్చంగా కుడి సగంలాగ ఉండదు. అద్దంలో మాత్రం మీ ఎడమ సగానికి గల లక్షణాలు కుడి సగంలో కనబడతాయి. శరీరంలో కుడిలక్షణాలు, అద్దంలో ఎడమభాగంలో కనబడతాయి. అంటే అద్దంలో కనిపించే ప్రతిబింబం మీ కన్నా వేరుగా ఉంటుంది.

అద్దంలో చిత్రలేఖనం :



చిత్రం 100. అద్దానికి ఎదురుగా కూర్చుని చిత్రించుట

మీరు, అద్దంలోని మీ ప్రతిబింబం ఒకేలా ఉండవనే విషయం ఈక్రింది విధంగా చేసినప్పుడు మరింత బాగా తెలుస్తుంది. నిలువుగా ఉంచిన ఒక అద్దం ముందు గల ఒక బల్లముందు కూచోండి. ఒక కాగితం తీసుకుని దాని మీద ఒక దీర్ఘ చతురస్రం, అందులో కర్ణాలు గీయడానికి ప్రయత్నించండి. అలా చేస్తున్నప్పుడు అద్దంలో మీ చేతిని గమనించండి. చాలా సులభం అనుకున్న ఈపని, అద్దంలో గమనిస్తూ చేయడం ఎంతో కష్టతరమవుతుంది.

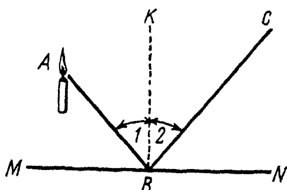
మనం పెరుగుతున్నకొద్దీ, మనం కళ్లతో చూసేవాటికి, శరీరం చేసే పనులకు కదలికలకు ఒక సమన్వయం ఏర్పడుతుంది. అద్దంలో చూస్తున్నప్పుడు మన చేతుల కదలిక తీరు మారిపోయి ఈ సమన్వయం దెబ్బతిన్నట్లు అనిపిస్తుంది. చేస్తున్న ప్రతిపనికి మీ అలవాటు అడ్డు తగులుతుంది. మీరు గీతను కుడివైపుగా పొడిగిస్తూ గీయాలనుకుంటారు. అద్దంలో మీ చేయి ఎడమకు కదులుతుంది. చేత్తో ఇంకేదన్నా రాయడానికి యత్నించినా, ఇతర ఆకారాలను గీయాలని ప్రయత్నించినా, ఇంకా విచిత్రమయిన ఫలితాలు ఎదురవుతాయి. చేస్తున్న పనులన్నీ విచిత్రంగా గజిబిజి అవుతాయి.

రాసిన తర్వాత దాని మీద అద్దుడు కాగితంలో అదిమితే, ఆ కాగితం మీద అక్షరాలు పడతాయి. అవి కూడా రాతకు అద్దంలో ప్రతిబింబాల వలె ఉంటాయి. ఆ అక్షరాలను చదవడానికి ప్రయత్నించండి. అక్షరాలు చక్కగా కనబడుతున్నాసరే, వాటిని చదవడం మాత్రం వీలుకాదు. అక్షరాలన్నీ చిత్రంగా ఉంటాయి. అయితే ఈ కాగితాన్ని అద్దంలో చూడండి. మీ మామూలు చేతివ్రాత కనబడుతుంది. అంటే అద్దంలో, మీ రాత యొక్క ప్రతి బింబానికి, ప్రతిబింబం కనబడుతుందని అర్థం!

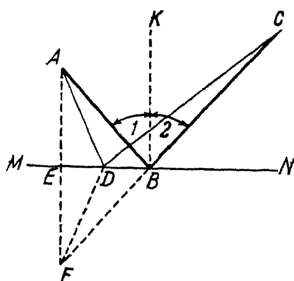
దగ్గర దారి

కాంతి ప్రసరిస్తున్న యానకం, అంతటా ఒకే తీరుగా ఉంటే, అది రుజుమార్గంలో ప్రసరిస్తుంది. ఆ మార్గంలో కాంతి అతి త్వరగా ప్రసరిస్తుందికూడా. కాంతి, ఒక అద్దంమీద పరావర్తనం చెందితే, అక్కడనుంచి కూడా, చాలా దగ్గరితోవ వెంటనే ప్రసరిస్తుంది. చిత్రం 101 లో A దగ్గర గల కొవ్వొత్తినుండి కాంతి పుడుతున్నది. MN అనేది అద్దం. C కన్ను. ఇక ABC అనే మార్గంలో కాంతి దీపం నుండి కంటివరకు పయనిస్తున్నదని అర్థం. KB అనేరేఖ అద్దం తలానికి నిలువుగా ఉంది.

దృశా శాస్త్ర సిద్ధాంతం ప్రకారం, 2 అనే పరావర్తనకోణం, పతన కోణం (1) కి సమానంగా ఉండాలి. ఈ విషయాన్ని దృష్టిలో ఉంచుకుంటే, కాంతి A నుండి వెలువడి MN కు తగిలి, పరావర్తనం చెంది, C కి చేరడానికి, అతి చేరువ మార్గం ABC ఒకటే నని సులభంగా రుజువు చేయవచ్చు. ABC అనే ఈ దారిని మరో మార్గం ADC తో పోల్చి చూస్తే, ఈ విషయం మరింతగా రుజువు చేయవచ్చు. (చిత్రం 102) A నుంచి MN కు లంబరేఖ గీచి పొడిగించితే, ఆ రేఖను, BC తో పొడిగించిన రేఖ, F వద్ద కలుస్తుంది. ఇప్పుడు F నుంచి D కి రేఖ గీయండి. ABE, EBF త్రిభుజాలు రెండు సమంగా ఉన్నాయేమో గమనించండి. రెండూ లంబకోణ త్రిభుజాలే, రెంటిలోను లంబంకోణం వద్ద EB అనే భుజం ఉంది. అంతే గాక, 2, 1 అనే కోణాలకు సమానంగా ఉన్నాయి. గాబట్టి EFB, EAB కోణాలు కూడా ఒక దానికొకటి సమంగా ఉన్నాయి. కాబట్టి AE కూడా EF కు సమానంగా ఉందని తేలుతుంది. అందుచేత లంబకోణ త్రిభుజాలయిన AED, EDF లు కూడా సమానమయినవి. వాటి లంబకోణాలకు ఆసన్న భుజాల యినవికూడా సమానమే గనుక AD, DF కు సమానమని అర్థం.



చిత్రం 101. పరావర్తన కోణం 2, పతన కోణానికి 1 సమానం



చిత్రం 102. పరావర్తనం పొందే కాంతి కనీస దూర మార్గం. అనుసరిస్తుంది.

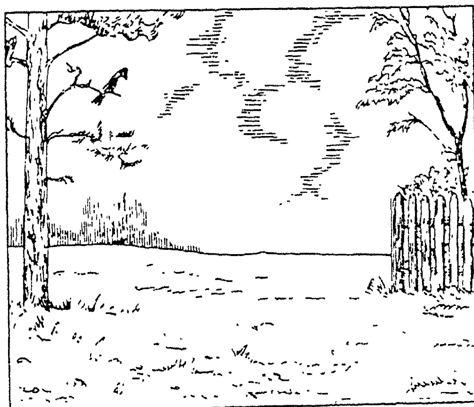
ఇప్పుడు ABCకి బదులుగా, కాంతి ప్రయాణం చేయడానికి CBF అనే

మార్గాన్ని లెక్కించవచ్చు. అలాగే ADCకి బదులు CDFను తీసుకోవచ్చు. అయితే CBFరేఖ CDF కన్నా చిన్నది. అంటే ABC అనే మార్గం ADC కన్న చిన్నదేగదా!

D అనే స్థానాన్ని ఎక్కడ ఉంచినా సరే, ABC అనేమార్గం ADC కన్నా చిన్నది గానే ఉంటుంది. అయితే, పతనకోణం, పరావర్తనకోణానికి సమానంగా ఉండి తీరాలి. కాంతి, ఉత్పత్తి స్థానం నుండి, అద్దానికి, అక్కడినుండి కంటికి, ఎప్పుడూ అతి చేరువగా ఉండే మార్గాన్నే ఎంచుకుంటుంది. ఈ విషయాన్ని తొలిసారిగా రెండవ శతాబ్దిలోని ప్రఖ్యాత గ్రీకు గణితశాస్త్రవేత్త హీరోన్ సూచించాడు.

కాకి మార్గం :

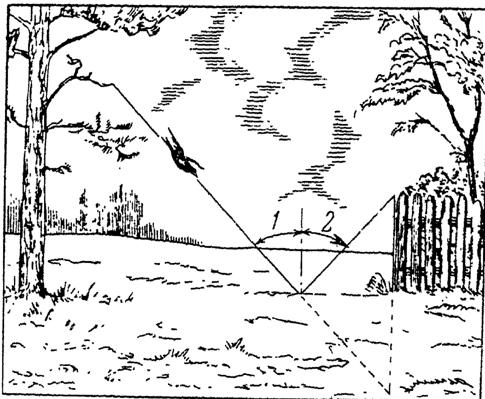
మనం చూచిన ఈ ఉదాహరణ ఆధారంగా, కొన్ని చిక్కు ప్రశ్నలకు సమాధానాలు కనుగొనవచ్చును. ఇది చూడండి.



చిత్రం 103. కాకి సమస్య. కాకి నేలపై వాలి, కంచె పైకె ఎగరడానికి అతి దగ్గర మార్గం కనుక్కోండి.

ఒక కాకి చెట్టుకొమ్మమీద కూచుని ఉంది. కిందనేల మీద కొన్ని గింజలు పడి ఉన్నాయి. కాకి కిందకు వాలుతుంది. గింజలను నోటకరచుకొని ఎగిరి, దగ్గర్లోని కంచె మీద వాలుతుంది. అతి చేరువ మార్గంలో పోవాలంటే, కాకి, ఎక్కడనుండి గింజలను తీసుకోవాలి అనేది ప్రశ్న! (చిత్రం 103) ఇది ఇంతకు ముందు మనం గమనించిన సమస్య వంటిదే కాబట్టి సరియయిన జవాబు కనుగొనడం చాలా సులువు. కాకి కాంతి మార్గంలో ప్రయాణించాలి. అంటే దూకిన కోణం, ఎగిరిన

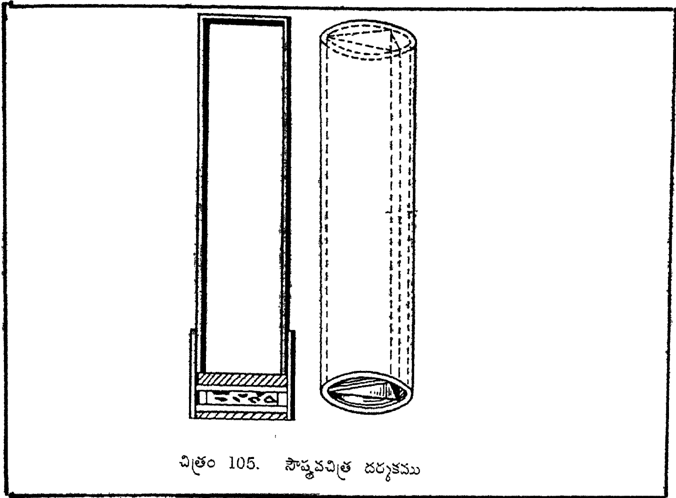
కోణానికి సమంగా ఉండేట్లు చూడాలి. (చిత్రం 104) ఇదే అతి దగ్గరగా ఉండే మార్గం.



చిత్రం 104. కాకి సమస్యకు సమాధానం.

కలీడోస్కోప్ :

కలీడోస్కోప్ అంటే ఏమిటో మీ కందరికి తెలిసే ఉంటుంది. ఈ ఆటవస్తువులో రంగురంగుల గాజుముక్కలు, మూడు గాజపలకల మధ్యన అమర్చిఉంటాయి. కలీడోస్కోపును కదిలించినప్పుడల్లా గాజుముక్కలు కదిలి, వాటి ప్రతిబింబాలు ఏర్పడుతూ అందమయిన రూపాలను ఏర్పరుస్తాయి. ఈ ఆటవస్తువు చాలా మామూలయింది. కానీ దీనితో సాధ్యమయే రకరకాల రూపాల తీరుమాత్రం ఎవరూ ఊహించి ఉండరు. ఒక కలీడోస్కోపులో 20 ముక్కలున్నాయి. దాన్ని నిమిషానికి పదిసార్లు కదలించి లోపలి రూపాన్ని మార్చవచ్చుననుకుందాం. గాజు ముక్కలు తీసుకు రాగల రూపాలన్నింటినీ చూడాలంటే, ఎంత కాలం పడుతుందో తెలుసా? ఆ లోపల సముద్రాలు ఇంకిపోతాయి. కొండలు కూలిపోతాయి. ఈ పనికి మీకు 5,00,000 మిలియన్ సంవత్సరాలు పడుతుంది.



చిత్రం 105. సౌష్ఠవచిత్ర దర్శకము

ఈ పరికరం చూపించే అంతులేని, వింత ఆకారాలు కళాకారులను ఆకర్షించాయి. వారందరూ ఒకచోట చేరి ఆలోచించినా తయారు చేయలేని రూపాలను ఈ పరికరం తయారుచేస్తుంది. వాటిని గోడలకు అమర్చే కాగితాలకోసం, తివాచీలమీద, వస్త్రాల మీద వాడుకుంటారు. వంద సంవత్సరాలక్రితం ప్రజలను ఆశ్చర్య చకితులను చేసిన ఈ పరికరం ప్రస్తుతం మామూలయిపోయింది. అప్పట్లో కవులు దీన్ని గురించి కవితలల్లారు!

కలీడోస్కోపును 1816లో ఇంగ్లండ్‌లో కనుగొన్నారు. ఏడాదివర్షంలోగా అది ప్రపంచమంతటా అభిమానపాత్రమయింది. 1818 సంవత్సరంలో ఒక రష్యన్ పత్రికలో ఎ. ఇజ్మాయిలోవ్, కలీడోస్కోపును గురించి ఇలా రాశారు.

"కలీడోస్కోపు చూపగల విచిత్రాలను, వచనం, కవిత్వమూ కూడా వర్ణింపలేవు. ఇందులో ప్రతి కదలికతోను చిత్రం మారుతుంది. ప్రతి చిత్రం కొత్తదిగానే ఉంటుంది. ఎంత అందమయిన రూపాలవి! వాటిని దుస్తులమీద దారాలతో కుట్టుకుంటే ఎంత బాగుంటుంది? అయితే అంత అందమయిన పట్టును ఎక్కడినుండి తేచ్చేది? ఇది పని లేకుండా విసిగి పోయిన వారికి తప్పకుండా అమితానంథం కలిగిస్తుంది. పేకముక్కలతో "పేషన్స్" ఆడడంకన్నా ఇదెంతో మేలు.

"కలీడోస్కోపు గురించి 17వ శతాబ్దంలోనే తెలుసునని చెపుతారు. అదెలాగున్నా, దీన్ని ఇంగ్లండు ఇటీవల పునరుద్ధరించి, రూపకల్పన చేశారు. రెండు నెలల క్రితమే అది ఈ ఖండానికి చేరింది. ఒక ఫ్రెంచి ధనికుడు 20,000 ఫ్రాంకులు వెచ్చించి ఒక కలీడోస్కోపును తయారు చేయిస్తున్నాడు. అందులో గాజుముక్కలు,

పూసలకు బదులు ముత్యాలు నవరత్నాలు వాడుతున్నారు."

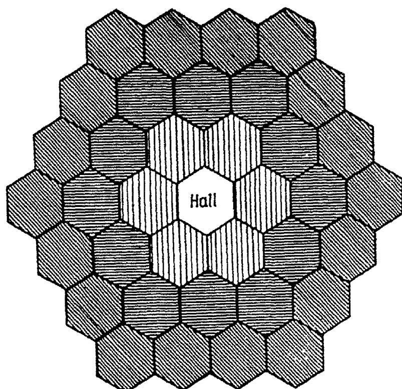
కలీడోస్కోప్ గురించిన ఒక విచిత్ర అంశాన్ని ఇజ్మయిలోవ్ ఆ తర్వాత పేర్కొన్నాడు. "దృష్టికి సంబంధించిన పరికరాలు తయారు చేయడంలో గొప్ప పేరు తెచ్చుకున్న యంత్ర నిపుణుడు రొస్సిని (ఇతను రాజు కొలువులోని వాడు) కలీడోస్కోపులు తయారు చేసి 20 రూబుల్సుకు ఒకటి చొప్పున అమ్ముతున్నాడు. భౌతిక, రసాయ శాస్త్ర విషయాలను గురించి ఉపన్యాసాలు వినేకన్నా ఇదే మేలని చాలా మంది భావిస్తారనడంలో సందేహం లేదు. అయితే మా దుఃఖం, ఆశ్చర్యం ఏమిటంటే, ఆ విధేయశీలి రొస్సిని మాత్రం, ఈ ఉపన్యాసాల వల్ల లాభం పొంది ఉండలేదు."

చాలా కాలం పాటు కలీడో స్కోపు ఆనందం కలిగించగల ఆటవస్తువుగానే ఉండింది. ఇప్పుడు దాన్ని డిజైనింగులో వాడుతున్నారు. కలీడోస్కోపులోని ఆకారాలను ఫోటోలుగా తీయడానికి ఒక పరికరాన్ని తయారుచేశారు. ఆ చిత్రాలను అలంకారాలకు డిజైనులుగా వాడుతున్నారు.

మాయలు చూపించే భవనాలు :

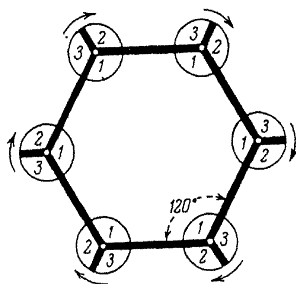
కలీడోస్కోపులో ఉండే గాజుముక్కల ఆకారంలోకి మారిపోయి, మనం అందులో ప్రవేశిస్తే ఎంత అద్భుతంగా ఉంటుందోననిపిస్తుంది గదూ! 1900లో పారిస్‌లోని ప్రపంచప్రదర్శనను సందర్శించిన వారికి ఇటువంటి అద్భుతమయిన అవకాశం కలిగింది. అక్కడి 'మాయా భవనం' గొప్ప ఆకర్షణ అయింది. అది కూడా కలీడోస్కోప్ లోపలి భాగంలాగే ఉండేది. అది ఆరు మూలలుండే ఒక గది. అందులోని గోడలు, పెద్దవై బాగా పాలిష్ చేయబడ్డ అద్దాలతో కట్టినవి. ప్రతి మూలలోనూ కొన్ని నిర్మాణాలను ఏర్పాటు చేశారు. ఈ స్తంభాలు, ఆకారాలు, పై కప్పులోని డిజైనులతో కలిసినట్లు ఉండేవి. అందులోకి వెళ్ళిన వారికి అక్కడ తమవంటి వారే బోలెడంత మంది కనబడతారు. వారందరూ, కనులు చూడగలిగినంత దూరం వరకు విస్తరించి, స్తంభాలతో నిండిన హాలులో గుమి

గూడినట్లు ఉంటుంది. చిత్రం 106లో నిలువుగీతలతో ఉండే హాళ్లు మొదటి ప్రతిబింబం వలన ఏర్పడినవి. ఆ తరువాత అడ్డు గీతలున్న పన్నెండు హాళ్లు, ప్రతిబింబం లోపలి ప్రతిబింబాల వల్ల కనబడేవి. ఆ తరువాతి (వాలుగీతల) పద్దెనిమిది మూడవ పరావర్తనం వల్ల ఏర్పడినవి. ఒక్కొక్క పరావర్తనానికి హాళ్ల సంఖ్య పెరుగుతుంది. ఇది అద్దాల నాణ్యత మీద, వాటిని సరిగా ఏర్పాటు చేయడం మీద ఆధారపడి ఉంటుంది. నిజానికి 12 వ పరావర్తనం వరకు అంటే మొత్తం 468 గదులను ఇందులో చూడవచ్చు!



చిత్రం 106. మధ్య హాలు నుంచి మూడు పరావర్తనాలు జరిగితే 36 హాలులు కనిపిస్తాయి.

కాంతి లక్షణాలు తెలిసిన వారికెవరికయినా ఈ మాయ వెనకగల కిటుకు అర్థమవుతుంది. ఈ భవనంలో మూడు జతల అద్దాలు ఎదురెదురుగా ఉన్నాయి. పది జతల అద్దాలు మూలల వద్ద జోడించబడి ఉన్నాయి. అందుకే ఇన్ని పరావర్తనాలకు వీలు కలుగుతుంది.



చిత్రం 107.



చిత్రం 108: "మాయా భవనం" మర్మం

పారిస్ ప్రదర్శనలోని మాయాభవనంలోని దృశ్యాలు మరింత విచిత్రంగా చేయబడ్డాయి. భవనంలోపలి అలంకారాలు త్వరత్వరగా మారుతూ, దృశ్యాలను కూడా మార్చేవి. అంటే ఇది ఒక విధంగా, చూపరులు లోపల ఉండగానే కదిలే కలీడోస్కోపు అన్నమాట. గదిలోని మూలల్లో గుండ్రంగా తిరిగే నిర్మాణాలను ఏర్పాటు చేశారు. చిత్రం 107 లో చూస్తే, మూలల్లో ఏర్పడ గలిగే మూడు దృశ్యాల వివరాలు గమనించవచ్చు. మొదట ఆరు మూలల్లోను అడవి ఉన్నట్లు ఉంటుందనుకుందాం. ఆ తర్వాత అది ఒక 'షేఖ్' భవనం అవుతుంది. చివరకు అది భారతదేశపు ఆలయంలో ఉన్న భావనను కలిగిస్తుంది. అంటే మూలనున్న

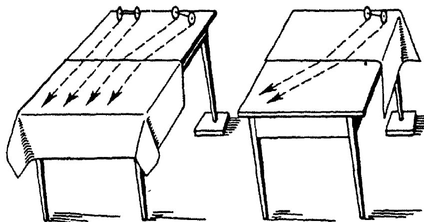
డిజైనును ఒక సారి తిప్పితే చాలు, మహా అరణ్యం, ఒక్క సారిగా ఆలయమో, రాజమందిరమో అవుతుంది. ఇదంతా 'కాంతి పరావర్తనం' అనే సాధారణ భౌతిక శాస్త్ర సూత్రం మీద ఆధారపడి తయారయింది.

కాంతి ఎందుకు, ఎలా వక్రీభవిస్తుంది?

ఒక మాధ్యమంలోనుండి మరోదానిలోకి ప్రవేశించేటప్పుడు కాంతి వంగిపోవడాన్ని చాలామంది ప్రకృతి చేసిన మాయ అనుకుంటారు. కాంతి అక్కడ కూడా నేరుగా పోకుండా ఎందుకు పక్కకు తిరగవలసి వస్తుందో వారు ఊహించలేరు. మీరు అలాగే అనుకుంటున్నారా? కాంతి కూడా, కవాతు చేస్తున్న సైనికుల పటాలంలాగే ప్రవర్తిస్తుందంటే, మీకు ఆశ్చర్యం కలుగుతుంది. సైనికులు చదునైన రాజమార్గం మీదనుండి ఎగుడు దిగుడునేల మీదకు వస్తే, మునుపటిలాగే నడవలేరు.!

కాంతి వక్రీభవనాన్ని సులభంగా విశదీకరించే పద్ధతిని గమనించండి. మీ టేబుల్ గుడ్డను మడిచి చిత్రం 109 లోచూపినట్లు వేయండి. టేబుల్‌ను కొంచెం వాలుగా ఉంచండి. ఏ విరిగిన రైలు బండీ బొమ్మనుంచయినా సరే, రెండు చక్రాలు సేకరించి (అవి ఒకే అక్షం మీద ఉండాలి) వాటిని ఈ బల్లమీద దొర్లించండి. వాటి దారి గుడ్డలోని మడతకు నిలువుగా ఉన్నంతవరకు అందులో వంకరతనం రాదు. దృశాశాస్త్ర సూత్రం ప్రకారం, రెండు వేరువేరు మాధ్యమాల మధ్య హద్దు మీద, లంబకోణంలో ప్రసరించే కాంతి వంపుకు గురికాదు. ఈ విషయం రుజువయింది. అయితే చక్రాల దారిని మడతకు ఏటవాలుగా ఏర్పాటుచేస్తే, మడత దగ్గర, అంటే, రెండు యానకాల హద్దు దగ్గర ఆ మార్గం వంకరవుతుంది. అక్కడ వేగం కూడా మారుతుంది.

చక్రాలవేగం ఎక్కువగా ఉండే (గుడ్డ కప్పని) చోటునుండి, చక్రాలు, వేగం తక్కువయే (గుడ్డకప్పిన) చోటికి చేరినపుడు, వాని దిశ (కిరణం) లంబానికి చేరువవుతుంది. వ్యతిరేకదిశలోనయితే, దిశ దూరం పోతుంది.



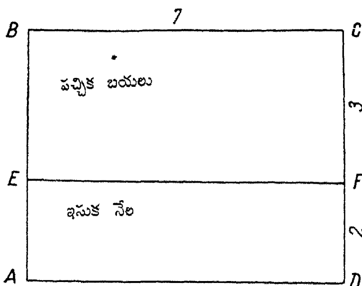
చిత్రం 109. కాంతి వక్రీభవనానికి వివరణ

కొత్త యానకంలో కాంతి వేగం మార్పువల్ల కలిగే వక్రీభవనం గురించి ఈ ప్రయోగం చెపుతుంది. ఈ మార్పు ఎంత ఎక్కువయితే వక్రీభవనకోణం అంత పెద్దది అవుతుంది. ఈ దిశ మార్పు యొక్క తీరును చూపించే 'వక్రీభవన గుణకం' అంటే, ఈ రెండు వేగాల మధ్యగల నిష్పత్తి మాత్రమే! కాంతి, గాలిలోనుండి, నీటిలోకి ప్రవేశిస్తున్నప్పుడు వక్రీభవన గుణకం 4/3 అంటే, అది నీటిలో కన్నా గాలిలో ఇంచుమించు 1.3 రెట్లు ఎక్కువ వేగంగా ప్రసరిస్తుందని అర్థం. దీనితో కాంతి ప్రసరణకు సంబంధించిన మరొక విషయం కూడా తెలుస్తుంది. పరావర్తనంలో, అతి చేరువ మార్గాన్ని అనుసరించే కాంతి, వక్రీభవనం చెందుతున్నప్పుడు అతి దూరపు మార్గంలో ప్రసరిస్తుంది. ఈ వంకరటింకర దారికన్నా మరేదీ, దాన్ని, గమ్యానికి త్వరగా చేర్చలేదు.

దూరపు దారిలోనే వేగం :

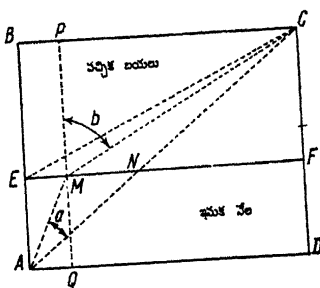
నేరుగా ఉండే దారికన్నా, వంకర దారి మనల్ని త్వరగా గమ్యానికి చేరుస్తుందా? మన దారిలోని వివిధ భాగాలలో, వేరువేరు వేగాలతో పయనించగలిగితే తప్పకుండా చేరుస్తుంది. A, B అనే రెండు రైల్వేస్టేషన్ల మధ్యన ఉండేవారు, త్వరగా B స్టేషనుకు చేరాలనుకుంటే, తమకు దగ్గరలో ఉన్న A స్టేషనుకు నడిచి, లేదా సైకిలు మీద వెళ్లి, అక్కడ రైలు ఎక్కి B కి చేరుకుంటారు. అంతేగాని, దూరం తక్కువ గాబట్టి, నేరుగా ఉండేదారిలో B కి మాత్రం బయలు దేరరు.

ఇంకొక ఉదాహరణ: ఆశ్వికదళం వార్తాహరుడు A అనే చోట ఒక సందేశాన్ని తీసుకుని బయలుదేరి, దాన్ని C అనే చోట నాయకుడి శిబిరంలో అందించాలి. (చిత్రం 110) అతనికి శిబిరానికి మధ్యన కొంత మేర ఇసుక ప్రాంతం ఉంది. మరికొంతమేర పచ్చిక ఉంది. ఈ రెండు ప్రాంతాలను E F విభజిస్తున్నది. పచ్చిక ప్రాంతంలో మెత్తని ఇసుకలో ప్రయాణం చేయడానికి రెండంతల సమయం పడుతుందని తెలుసు. సందేశాన్ని త్వరగా అందజేయాలంటే వార్తాహరుడు ఏదారి వెంట వెళతాడు?

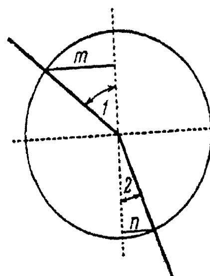


చిత్రం 110. వార్తాహరుడి సమస్య. ఎ నుంచి సి కి శీఘ్రతమ మార్గం కనుక్కోండి.

ముందుగా చూస్తే A నుండి బయలుదేరి ముక్కుసూటిగా C కి చేరడమే సమాధానం అనిపిస్తుంది. కానీ ఏ ఆశ్వికుడయినా ఈ మార్గంలో పోడు. ఇసుకదాటడానికి ఎక్కువ సమయం పడుతుంది గాబట్టి, ఇసుకను చేతయినంత వీలులేకుండా నేరుగా దాటటం మంచిదనుకుంటాడు. ఇలా చేసినందువల్ల పచ్చికలో వెళ్లవలసిన దూరం ఎక్కువ అవుతుంది. గుర్రం అందులో ఇసుకలో కన్నా రెండంతల వేగంతో వెళ్లగలుగుతుంది. గాబట్టి ఈ దూరం ఎక్కువయినా, నిజానికి సమయం మాత్రం తక్కువపడుతుంది. అంటే మొత్తం మీద అశ్వికుడు, ఇసుక, పచ్చికల హద్దువద్ద, వక్రించే ఒక మార్గాన్ని ఎన్నుకుంటాడు. పచ్చికలోని మార్గం యొక్క కోణం చేతనయినంత పెద్దదిగా ఉండేలా కూడా చూస్తాడు. E F హద్దుకు గీసిన లంబరేఖకు ఈ కోణం, ఇసుకలో దారికన్నా, ఎక్కువ కోణం ఉండాలి.



చిత్రం 111. వార్తాహరుడి సమస్యకు జవాబు. శ్రీఘతమ మార్గం AMC.



చిత్రం 112. "సైన్" అంటే ఏమిటి? m కూ అర్ధవ్యాసానికీ గల నిష్పత్తి కోణం 1 యొక్క సైన్. n కూ అర్ధవ్యాసానికీ గల నిష్పత్తి కోణం 2 యొక్క సైన్.

చిత్రం 110 లో చూస్తే ఈ రెండురకాల నేలల వెడల్పు ఎక్కువ తక్కువగా ఉందని తెలుస్తుంది. అటువంటప్పుడు A నుండి C కి ముక్కుసూటి దారి, దగ్గరగా, త్వరగా వెళ్లగలిగినదిగా ఉండదని ఎవరయినా చెప్పగలరు. అశ్వికుడు A B C అనే వంకర దారిలో వెళితేనే త్వరగా చేరుకుంటాడు. చిత్రం 111

చిత్రం 110లో ఇసుకనేల రెండు కి.మీ.లు, పచ్చిక ప్రాంతం 3 కి.మీ.ల వెడల్పు ఉన్నాయి. B నుండి C కి దూరం 7 కి.మీ.లు. పైతాగరస్ సిద్ధాంతం ప్రకారం A నుండి C కి నేరుగా గల దూరం (చిత్రం 111) $\sqrt{5^2 + 7^2} = \sqrt{14} =$ 8.6 కి.మీ.లు. ఆ దారిలో ఇసుక ప్రాంతంలో భాగం, అయిదింట రెండువంతులని సులభంగానే చెప్పవచ్చు AN, అంటే అది 3.44 కి.మీ. ఈ దారిలో ప్రయాణానికి పచ్చిక కన్నా రెట్టింపు కాలం పడుతుంది. అంటే ఈ దూరం పచ్చిక దారిలో

6.88 తో సమానం. అవిధంగా AC అనే ముక్కుసూటి దారి 12.04 కి.మీ.ల పచ్చిక దారికి సమానం.

AEC అనే చుట్టుదారిని కూడా ఇలాగే పచ్చిక దారి లెక్కలోకి మార్చి చూద్దాం. A E రెండు కిలోమీటర్లు, పచ్చికలోనయితే 4 కి.మీ అవుతుంది. EC ల మధ్య దూరం కావాలంటే $\sqrt{3^2+7^2}=\sqrt{58}=$ 7.6 కి.మీ. దీనికి 4 కి.మీ.లు కలిపితే మొత్తం దారి 11.6 కి.మీ.ల పచ్చిక దారికి సమమవుతుంది.

అంటే, A C అనే సూటిగా ఉండే దగ్గరిదారి 12.04 కి.మీ. పచ్చిక దారికి సమాన మయితే, దూరం, వంకర అయిన ఈ దారి 11.61 కి.మీ. మాత్రమే అవుతుంది. అంటే 0.43 కి.మీ. తక్కువ. ఇంచుమించు అరకిలోమీటరు దూరం తగ్గుతుంది. కానీ, ఇది కూడా దగ్గర దారి కాదు. త్రికోణమితిని ఉపయోగించుకుంటే, సిద్ధాంతప్రకారం, అన్నింటి కన్నా వేగంగా వెళ్ళగల దారి, b అనే కోణం యొక్క సైన్ విలువకు, a కోణం సైన్ విలువకు గల నిష్పత్తి 2 : 1 ఉండే దారి మాత్రమే. సులభంగా చెప్పాలంటే సైన్ b, సైన్ a కు రెట్టింపుగా ఉండేట్లు దారిని నిర్ణయించాలి. ఇలా చేయాలంటే ఇసుక, పచ్చిక ప్రాంతాల మధ్యనగల హద్దును, E నుండి 1 కి. మీ. దూరంలో M అనే చోట దాటాలి. దీన్ని ఈ విధంగా లెక్కవేసి చూడవచ్చు.

$$Sin\ \ b=\frac{6}{\sqrt{3^2+6^2}}, in\quad a=\frac{1}{\sqrt{1+2^2}}$$

$$\frac{Sin\ \ b}{Sin\ \ a}=\frac{6}{\sqrt{45}}:\frac{1}{\sqrt{5}}=\frac{6}{3\sqrt{5}}:\frac{1}{\sqrt{5}}=2$$

పచ్చిక పైన, ఇసుకపైన గల వేగాల నిష్పత్తి కూడా ఇంతే. పచ్చిక దారి లెక్కన ఈ దూరం ఎంతవుతుంది? $AM=\sqrt{2^2+1^2}=$ 4.47 కి.మీ. $MC=\sqrt{3^2+6^2}=$ 6.49 కి.మీ. మొత్తం దారి 4.47 +6.49 = 10.96 కి.మీ. ఇది AC అనే సూటి దారికన్నా 1.08 కి.మీ. తక్కువ అవుతుంది.

ఇటువంటి పరిస్థితులలో చుట్టుదారిలోనే, త్వరగా గమ్యం చేరుకుంటామని ఈ ఉదాహరణ ద్వారా తెలుస్తుంది. కాంతికూడా సహజంగా, ఇటువంటి దారినే ఎంచుకుంటుంది. దాని యొక్క వక్రీభవన లక్షణము, చాలా గణితపరంగా ఉంటుంది. రెండు కోణాల సైన్ విలువల నిష్పత్తి, రెండు యానకాలలోని కాంతి వేగాన్ని పోలి ఉంటుంది. ఈ రెండవ విలువను వక్రీభవన గుణకం అంటారు. పరావర్తనం, వక్రీభవనం అనే రెండు లక్షణాలను కలగలిపితే, 'ఫెర్మాట్ సూత్రం' లేదా 'తక్కువసమయపు సూత్రం' వస్తుంది. 'కాంతి ఎప్పుడూ త్వరగా వెళ్లగలిగే మార్గాన్నే ఎంచుకుంటుంది.' అంటుంది ఆ సూత్రం.

యానకం అంతటా ఒకే విధంగా ఉండక, మన వాతావరణంలో లాగే వక్రీభవన లక్షణాలు క్రమంగా మారుతుంటే, అక్కడ కూడా ఈ సూత్రం ఉపయోగపడుతుంది. ఆకాశం పై నుండి వివిధ నక్షత్రాలు, గ్రహాలనుండి వచ్చేకాంతి,

మనకంటికి చేరేసరికి, కొంచెంగా వంగి ఉండడం ఈ సూత్రం వల్లనే, ఖగోళ శాస్త్రజ్ఞులు దీన్ని అంతరిక్ష వక్రీభవనం అంటారు. వాతావరణం, భూమికి చేరుతున్న కొద్దీ, చిక్కనవుతుంది. ఇందులో కాంతి కూడా, భూమి వంపుకు, అనుగుణంగా ఉండే వంపులో వక్రీభవిస్తుంది. అది వాతావరణంలో పై పొరల్లో ఎక్కువ కాలం గడుపుతుంది. చిక్కని కింద పొరల్లో తక్కువ కాలం ప్రయాణిస్తుంది. అలా అది నేరుగా దారిలో వచ్చే సమయంకన్నా, ముందు భూమికి చేరుతుంది.

ఫెర్మాట్ సూత్రం ఒక్క కాంతికే వర్తించేది కాదు. తరంగాలు ఏ రకానికి చెందినవయినా, ధ్వనితో సహా ఈ సూత్రాన్ని బట్టి నడిచేవే! ఎందుకు? అని అడుగుతారేమో? 1933లో స్టాక్‌హోమ్‌లో నోబెల్ బహుమానం తీసుకునే సందర్భంలో ష్రోడింగర్ చదివిన ఒక పరిశోధన పత్రం నుండి కొన్ని సంగతులు, మీముందు ఉంచుతాను. క్రమంగా సాంద్రత మారుతున్న యానకంలో కాంతి ఎలా ప్రసరిస్తుందనే అంశాన్ని ఆయన వివరించారు:

"సైనికులందరూ ఒకే వరుసలో ఉండాలని ఒక కర్రను, ఎదలకు అదిమి పట్టుకున్నారనుకుందాం. అప్పుడు "డబుల్ క్విక్! త్వరగా ముందుకు పొండి! అని ఆజ్ఞ వినిపిస్తుంది. వాళ్ల కాళ్లకింద నేలలో క్రమంగా మార్పు గనుక ఉంటే, ముందు ఒక చివరలో వారు, ఆ తర్వాత రెండవ చివరలో వారు కదులుతారు. వారు నిలిచిన వరుస వంగుతుంది. వారు వెళ్ళిన మార్గం కూడా వంకరని గమనించాలి. గమ్యాన్ని చేరుకోవడానికి, ప్రతిసైనికుడూ, చేతనయినంత త్వరగా ముందుకు ఉరుకుతాడు గనుక, ఈ వంకర దారే సరియయినదనాలి!"

కొత్త క్రూసోలు :

మీరు గనుక జూల్స్ వెర్న్ రాసిన 'రహస్య దీవులు' అనే పుస్తకం చదివి ఉంటే, ఎడారిలో చిక్కుకు పోయిన కథానాయకులు, అగ్గిపుల్ల, చెకుముకి రాయి లేకుండా నిప్పుపుట్టించిన ఘట్టం గుర్తు ఉండే ఉంటుంది. డేనియెల్ డీఫో పుస్తకంలోని కథానాయకుడు, రాబిన్‌సన్ క్రూసోకు, అనుకోకుండా మెరుపు సాయం చేస్తుంది. అడవిలో చిక్కుకున్న అతనికి, ప్రమాదవశాత్తు మెరుపు ఒకటి చెట్టును తగిలి, అంటుకోవడంతో నిప్పు దొరుకుతుంది. అయితే జూల్స్ వెర్న్ నవలలో మాత్రం, ఇంజనీరు యొక్క తెలివి. భౌతిక శాస్త్రం గురించి అతనికి తెలిసిన వివరాలు, నిప్పును పుట్టించడానికి సాయపడతాయి. అమాయకుడయిన నావికుడు పెన్‌క్రాఫ్ట్, వేటనుండి తిరిగి వచ్చేసరికి, ఇంజనీరు, రిపోర్టరు పెద్దమంటముందు చలికాచుకుంటూ ఉంటారు. అది చూచిన నావికుని ఆశ్చర్యం మీకు గుర్తుందా?

"ఇంతకూ నిప్పు చేసిందెవరు?" అడిగాడు పెన్‌క్రాఫ్ట్.

"సూర్యుడు!" గిడియన్ స్పిలెట్ ఇచ్చిన జవాబు సరయినదే. సూర్యుడు ఇచ్చిన వేడితోనే నిప్పు పుట్టింది. నావికుడు మాత్రం తనకళ్లను తానే నమ్మలేకుండా

ఉన్నాడు. అతను ఆశ్చర్యంలో పడి, అదెలా జరిగిందో, ఇంజనీరును అడిగే ఆలోచన కూడా పెట్టుకోలేదు.

'మీ దగ్గర భూతద్దం ఉందా?" హెర్‌బర్ట్ ఆఫ్ హార్డింగ్ అడిగాడు. "లేదు బాబూ! కానీ నేనొకటి తయారు చేశాను".

భూతద్దంగా పని చేసిన పరికరాన్ని అతను చూపించాడు. రిపోర్టర్‌ని, తనది గడియారాలను తీసి వాటి అద్దాలను ఊడదీసి మధ్యలో నీళ్లు పోసి ఒకదానికొకటి అతికించి అతను ఒక కటకం తయారు చేశాడు. దానితో సూర్యరశ్మిని పొడినాచుమీద కేంద్రీకరించే సరికి, అది క్షణంలో అంటుకుంది.

రెండు అద్దాల మధ్యన నీళ్లు ఎందుకు పోయవలసి వచ్చిందని మీరడుగుతారు. అంతేనా? వాటిమధ్యన గాలి ఉన్నా పనిజరుగుతుందికదా? అలా జరగదు. గడియారపు అద్దం వంకరగా ఉన్నా మందం మాత్రం ఒకేలాగా ఉంటుంది. ఇటువంటి తలాలనుండి ప్రసరించే కాంతి దిశమారదని భౌతికశాస్త్రం చెపుతుంది. కాంతి రెండవ అద్దం నుండి బయటకు వచ్చేప్పుడు కూడా, దాని దిశమారదు. కాబట్టి కిరణాలను కేంద్రీకృతం చేయడం వీలుకాదు. అలా జరగాలంటే, అద్దాల మధ్య ఖాళీ జాగాలో, పారదర్శకమయిన ద్రవాన్ని నింపితే, అది కాంతిని, గాలికంటే బాగా వక్రీభవింపజేస్తుంది. జూల్స్‌వెర్న్ నవలలో ఇంజనీరు చేసింది అదే!

నీరు నింపిన, గుండ్రటి బంతిలాంటి గాజు పాత్ర ఏదయినా భూతద్దంగా పని చేస్తుంది. ప్రాచీన మానవులకు ఈ విషయం తెలుసు. పాత్రలోని నీరు కాంతివలన వేడి కాదని కూడా తెలుసు. కిటికీలో, అనాలోచితంగా వదిలిన గుండ్రటి గాజు పాత్రలవల్ల తెరలు, టేబుల్ గుడ్డలు అంటుకుని, బల్లలు తగలబడిన సందర్భాలు ఉన్నాయి. మందుల దుకాణాలలో, పెద్దగాజు గోళాలలో రంగునీరు నింపి, అలంకార ప్రాయంగా పెట్టడం ఒక కాలంలో అలవాటు. వాటివల్ల అప్పుడప్పుడు దగ్గర్లో వస్తువులు తగలబడుతూ ఉండేవి.

12 సెం.మీ.ల వ్యాసం మాత్రమే ఉండే, చిన్న గాజు బుడ్డిలో నీళ్లు నింపి, దాన్ని భూతద్దంగా వాడి, చిన్న గాజుమూకుడులో నీరు మరిగించవచ్చు. 15 సెం.మీ.ల దూరంలో మాత్రమే ఉంచి, దానితో 120° సెం. వరకు వేడి పుట్టించవచ్చు. భూతద్దంతో లాగే, దానితో కూడా సిగరెట్ వెలిగించవచ్చు. అయితే, గాజుకటకం, నీటితో చేసిన భూతద్దం కన్నా బాగా పనిచేయగలదని గుర్తించ వలసి ఉంటుంది. నీటి వక్రీభవన గుణకం తక్కువగా ఉండడం ఒకటి, వస్తువులను వేడి చేయడానికి అవసరమయే పరారుణ కిరణాలను, నీరు పీల్చుకోవడం మరొకటి, ఇందుకు కారణాలు.

కంటి అద్దాలను, భూతద్దాలను కనుగొనడానికి వెయ్యి సంవత్సరాలకు ముందే, గ్రీకువారికి గాజుకటకంతో నిప్పు పుట్టించవచ్చునని తెలుసు. ఇదెంతో ఆశ్చర్యకరం! అరిస్టోఫేన్స్ అనే రచయిత తన హాస్యరచన 'దిక్లౌడ్' లో ఈ విషయం గురించి రాశాడు. స్ట్రెప్సియాడిస్‌కు సోక్రటీస్ ఒక సమస్యను ఇస్తాడు.

"ఎవరయినా నీవు అయిదు టాలెంట్లు అప్పుపడ్డావని ఋణపత్రం రాస్తే దాన్ని ఎలానాశనం చేస్తావు?

స్ట్రె: నేనొక పద్ధతి కనుగొన్నానని. అది బాగుందని మీరు కూడా ఒప్పుకుంటారు. పారదర్శకమయిన ఆ విచిత్రపు రాతి ముక్కను మీరు చూసే ఉంటారనుకుంటాను. అది మందుల దుకాణంలో అమ్ముతున్నారు కూడా!

సో: భూతద్దమనేనా నీవు చెప్పేది!

స్ట్రె: అవును.

సో: అయితే? ఎలా?

స్ట్రె: నోటరీ ఋణపత్రాలను తయారుచేస్తుంటే, నేనాయన వెనక నిలబడి సూర్యకాంతిని కేంద్రీకరించి, రాసినది రాసినట్లు కరిగించేస్తాను."

ఆకాలంలో గ్రీకులు మైనపు బిళ్లల మీద రాసుకునే వారని, అవి సులభంగా కరిగేవని ఇక్కడ చెప్పాలి!

నిప్పంటించడానికి మంచు సాయపడుతుంది :

నిజంగా పారదర్శకంగా ఉంటే మంచుకూడా, కుంభాకార కటకంగా పనిచేసి మంటపుట్టించడానికి సాయపడుతుంది. ఈ పనిచేస్తున్నప్పుడు, మంచు వేడెక్కి కరగడం కూడా ఉండదు. మంచు వక్రీభవన గుణకం, నీటికన్నా రవంత తక్కువ. గుండ్రని గాజు బుడ్డీని భూతద్దంగా వాడినట్లే, అదే ఆకారంగల మంచుముక్కను కూడా వాడవచ్చు. జూల్స్ వెర్న్ మరో నవల "అడ్వెంచర్స్ ఆఫ్ కాప్టెన్ హాట్టెరాస్" లో పాత్ర డా॥ క్లాబనీ ఈ పద్ధతితో నిప్పు పుట్టిస్తాడు. ప్రయాణికులంతా మైనస్ 48° సెం. చలిలో, చిక్కుబడినపుడు, అతను నిప్పుపుట్టించడానికి మరే పరికరం లేక, మంచును వాడతాడు.



చిత్రం 113. "డాక్టరు సూర్యకిరణాలను ఇంధనం పైన ఫోకస్ చేశాడు"

"ఇది దురదృష్టం" అన్నాడు కాప్టెన్

"అవును" డాక్టర్ జవాబిచ్చాడు.

"నిప్పుచేయడానికి ఒక భూతద్దం కూడా లేదు!"

"నిజమే! ఎండ మాత్రం బాగా కాస్తున్నది."

"అయితే మనం ఇప్పుడు పచ్చి మాంసమే తినాలి కాప్టెన్" అన్నాడు. డాక్టర్ సాలోచనగా" చివర మార్గం ఒకటుంది! అవును ఇలాగెందుకు చేయకూడదూ? అన్నాడు.

"ఏమిటది?" హాట్టెరాస్ ప్రశ్నించాడు.

"నాకొక మంచి ఆలోచన తట్టింది."

"అంటే మనం బతికి పోయామన్నమాట" బోసన్ ఆశ్చర్యంగా అన్నాడు.

"కానీ!......" డాక్టర్ అనుమానంగా అన్నాడు.

"ఎమిటదీ?" అడిగాడు కాప్టెన్

"మన దగ్గర భూతద్దం లేక పోవచ్చు. అయితే మనం ఒకదాన్ని తయారుచేసు-కోవచ్చు!"

"ఎలా?" ప్రశ్నించాడు బోసన్

"ఒక మంచుముక్కనుండి!"

"అది పనిచేస్తుందనా నీ ఆశ"

"ఏం ? ఎందుకు చేయదు? దానితో సూర్యకిరణాలను కేంద్రీకృతం చేయాలి. దానికి మనకొక మంచుముక్క కావాలి. మంచినీటిదయితే మరింత మేలు. అది

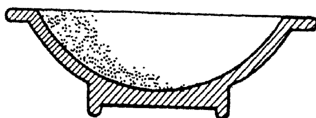
మరింత పారదర్శకంగా ఉంటుంది. సులభంగా విరగదుకూడా!

వంద అడుగుల దూరంలోనున్న ఒక పెద్ద మంచు గడ్డను చూపిస్తూ బోసన్! అదుగో అదే మనకు కావలసినది లాగుంది" అన్నాడు.

"అవును! గొడ్డలి తీసుకుని బయలుదేరుదాం!"

ముగ్గరూ మంచుశిల దగ్గరకు వెళ్లారు. అది నిజంగా మంచి నీటిదే. ఒక అడుగు వ్యాసం ఉండే ముక్కను విడగొట్టమని బోసన్ తో డాక్టర్ చెప్పాడు. దాన్ని తన గొడ్డలి, కత్తి సాయంతో చెక్కి, చివరగా చేతితో పాలిష్ పెట్టి చక్కని మంచు భూతద్దం తయారు చేశాడు. దాని సాయంతో సూర్యరశ్మిని కేంద్రీకరించి, క్షణాలలో మంట వెలిగించాడు.

చిత్రం 114. మంచుతో భూతద్దం చేయడానికి ఉపయోగపడే గిన్నె.



జూల్స్‌వెర్న్ కథలోని ఈ సంఘటన అసాధ్యం కాదు. ఈ పనిని తొలిసారిగా విజయవంతంగా 1763 లో ఇంగ్లండ్‌లో చేశారు. ఆ తరువాత మంచును ఈ పనికి ఎన్నోసార్లు వాడుకున్నారు. అయితే 48 డిగ్రీల చలిలో, కేవలం గొడ్డలి, కత్తివంటి సాధనాలను, "చేతిని" మాత్రం వాడి, మంచుతో భూతద్దం తయారు చేయడం అంటే నమ్మడం కష్టమనుకోండి. అయితే, ఇంతకన్నా సులువయిన మార్గం ఇంకొకటి ఉంది. సరైన ఆకారంగల ఒక పాత్రలో నీరు పోసి గడ్డకట్టించాలి. తరువాత పాత్రను కొంచెం వెచ్చజేసి, మంచు భూతద్దాన్ని బయటకు తీయాలి. అయితే ఇది, ఎండ బాగా ఉండే రోజుల్లో ఆరు బయట మాత్రమే బాగా పనిచేస్తుంది. కిటికీలు మూసిన గదిలో ఇది పనిచేసే ప్రశ్నేలేదు. సూర్యరశ్మిని కిటికీలేపీల్చుకుంటాయి. మిగతా కాంతి వేడిగా ఉండదు.

సూర్యకాంతికి సాయం :

చలికాలంలో సులభంగా చేయగలిగే మరోప్రయోగం చెపుతాను (ఈ ప్రయోగం శీతల దేశాలలోనే **వీలవుతుంది.** ఇంతకు ముందటి కథ కూడా ఇటువంటి ప్రాంతానికి సంబంధించినదే! – అనువాదకుడు). ఒకే సైజులో ఉండే రెండు గుడ్డముక్కలు, ఒకటి తెల్లది, ఒకటి నల్లది తీసుకోండి. వాటిని ఆరుబయట మంచు మీద సూర్యరశ్మి పడేట్లు పరిచి ఉంచండి. ఒకటి రెండు గంటల తర్వాత పరిశీలిస్తే నల్లగుడ్డ గుంటగామారి ఉంటుంది. తెల్లనిది మాత్రం ఉన్నది ఉన్నట్లే ఉంటుంది.

నల్లగుడ్డ మీద పడే సూర్యకిరణాలను, ఆగుడ్డ బాగా పీల్చుకోగలుగుతుంది. అందుకే కొంచెం వేడెక్కి దానికింద మంచు కరుగుతుంది. తెల్ల గుడ్డ మాత్రం కిరణాలను వెదజల్లుతుంది. అది వేడెక్కదు.

ఈ ప్రయోగాన్ని తొలిసారిగా, అమెరికన్ స్వాతంత్ర పోరాటపు వైజ్ఞానికుడు బెంజమిన్ ఫ్రాంక్లిన్ చేసి చూచాడు. పిడుగులను పీల్చుకునే ఏర్పాటును కనుగొన్న అతని కీర్తి శాశ్వతంగా నిలిచింది!

"నేను నమూనా గుడ్డల కార్డుల్లో నుంచి, రకరకాల రంగుల ముక్కలను, కొన్నింటిని సేకరించాను. ఆ గుడ్డముక్కలు నలుపు, ముదురు నీలం, లేతనీలం, ఆకుపచ్చ, ఎరుపు, పసుపు, తెలుపు, మరెన్నో రంగుల్లో ఉన్నాయి. ఎండగా ఉండే ఒక ఉదయాన వాటిని ఆరుబయట మంచుమీద పరిచాను. నాకు సమయం నిడివి సరిగ్గా గుర్తులేదు గానీ, కొంచెం సేపటి తర్వాత, అన్నింటికన్నా వేడెక్కిన నల్లగుడ్డ, ఇక సూర్యకిరణాలు తగలలేనంత లోతులోకి క్రుంగిపోయింది. ముదురు నీలం ఇంచుమించు అంతలోతుకు, లేతనీలం కొంచెం తక్కువకు క్రుంగాయి. మిగతావి రంగులో ముదురుతనాన్ని బట్టి కుంగితే, తెల్లనిది మాత్రం మంచులోకి ఏ మాత్రం దిగకుండా ఉన్నది ఉన్నట్లే ఉండిపోయింది.

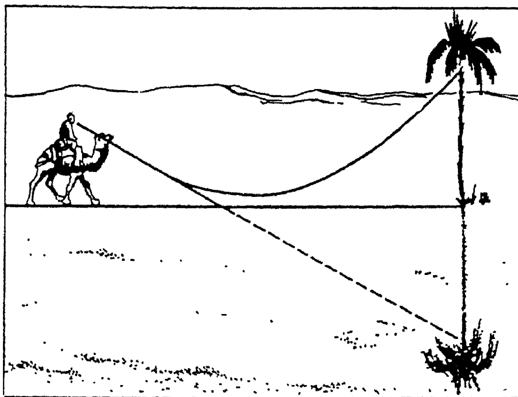
"తెలిసినా సరే, ఆ సమాచారాన్ని వాడుకోకపోతే ఏం లాభం? నల్లటి దుస్తులను వేడి, అంటే ఎండాకాలంలో వేసుకోవడం తగదని దీని వల్ల తెలియడం లేదూ? అప్పుడు తెల్లని దుస్తులయితే మేలు. మనం ఎండలో తిరుగుతుంటే శరీరం నుండి వేడిమి పుడుతుంది. నలుపు దుస్తులు ఎండను పీల్చి వేడెక్కుతాయి. ఈ రెండు వేడులు జతయితే జ్వరాలను పుట్టిస్తాయి. ఎండకాలంలో తలమీద పెట్టుకునే టోపీలుకూడా తెల్లవిగా ఉంటేమేలు. అవయితే ఎండను చెదరగొట్టి తలనొప్పి రాకుండా చేస్తాయి. మరో రంగయితే ఎండ తాకిడికి జ్వరం వచ్చినా రావచ్చు. చెట్ల కాయలకు నలుపు రంగు పులిమితే పగటిపూట బాగా వెడెక్కుతాయి. రాత్రిలో కూడా ఇంతో అంతో వెచ్చగా ఉంటాయి. దాంతో అవి మంచు బారినుండి తప్పుకుంటాయి బాగా పెరుగుతాయి కూడా! (ఇది చలిదేశాలకు పరిమితమయిన పరిస్థితి - అనువాదకుడు). పనికి మాలిన బోలెడన్ని ఆలోచనల మధ్యన ఇటువంటివి కూడా తోచితే ఎంత మేలు!

నలుపురంగు వేడిమిని బాగా గ్రహిస్తుందనే సంగతిని 1903 లో హాజ్ అనే నౌకలో దక్షిణధృవానికి వెళ్లిన జర్మనులు బాగా వాడుకున్నారు.

నౌక మంచులో ఇరుక్కుపోయింది మంచు రంపాలు, మంచున పేల్చివేయడం వంటి మామూలు ఉపాయాలేవీ పనిచేయలేదు. అప్పుడు సూర్యకిరణాల సాయంతీసుకున్నారు. ఓడ మొదటినుండి, దగ్గర్లోని సముద్రం వరకు రెండు కిలోమీటర్ల పొడవునా, పన్నెండు మీటర్ల వెడల్పు నల్లని బూడిద, బొగ్గు పరిచి ఉంచారు. అంటార్కిటికాలో అప్పుడు పగలు, అంటే వెలుతురు నిరంతరం కొనసాగుతుంది. కాబట్టి డైనమైట్లు, రంపాలు చేయలేని పనిని సూర్యుడు

చేయగలిగాడు. దారి పొడుగునా మంచు కరిగి, విచ్చుకుంది. ఓడ బంధనం నుండి సులభంగా బయట పడింది.

ఎండమావులు :



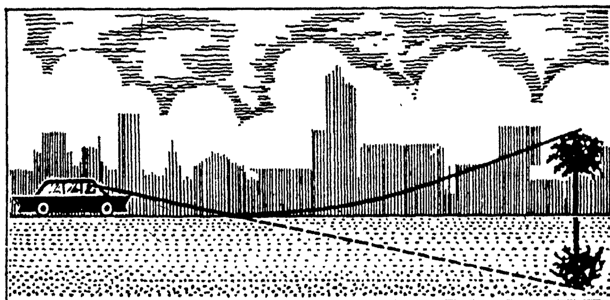
చిత్రం 115. ఎడారిలో ఎండమావుల వివరణ. సామాన్యంగా పాఠ్య పుస్తకాలలో చూపే ఈ బొమ్మలో నేలకేసి వచ్చే కిరణం దారి మరీ నిట్రంగా వుంటుంది.

ఎండమావులు ఎలా ఏర్పడతాయో మీకు తెలిసే ఉంటుంది. మండే సూర్యుడు ఎడారి ఇసుకను బాగా వేడెక్కిస్తాడు. దాంతో ఇసుకకు అద్దం లక్షణం వస్తుంది. ఇసుకకు దగ్గర్లోని గాలి సాంద్రత, ఆపై పొరలకంటే చాలా తక్కువగా ఉండడంతో ఇలాగవుతుంది. దూరంగా ఉండే వస్తువులపై నుండి ఏటవాలుగా వచ్చేకిరణాలు, పల్చని గాలిపొరవల్ల పైకి లేస్తాయి. అద్దం మీద మరీ పెద్దకోణంలో పడ్డ కిరణాలలాగ ఇవి పరావర్తనం చెందుతాయి. ఎడారి ప్రయాణికులకు మాత్రం నీటి మడుగు, అందులో ప్రక్కనున్న వస్తువుల నీడలు కనబడతాయి. (చిత్రం 115). ఈ ఇసుక పైనే ఉండేగాలి అద్దంలాగా ప్రవర్తిస్తుందనడం కన్నా, జలాంతర్గామిలో నుండి చూచేవారికి నిటిపై పొరలోనుండి కనబడే విధంగా, దృశ్యాలను కలుగజేస్తుందని చెప్పవచ్చు. ఇది మామూలు పరావర్తనం కాదు. భౌతిక శాస్త్రజ్ఞులు దీన్ని సంపూర్ణ పరావర్తనం అంటారు. కాంతి గాలిపొరలోకి చిత్రంలో చూపిన దానికన్నా, మరీ పెద్దకోణంలో ప్రవేశిస్తే ఈ రకంగా జరుగుతుంది. లేదంటే పతనం యొక్క

సందిగ్ధకోణాన్ని మించదు.

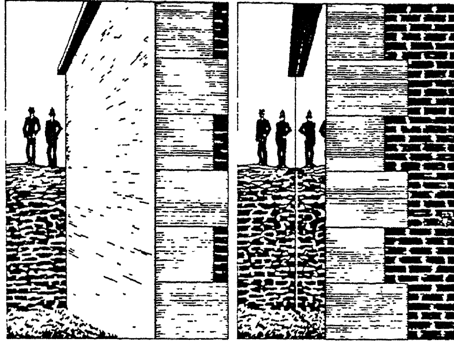
ఈ విషయం సరిగా బోధపడాలంటే, ఎప్పుడూ పల్చని గాలిపొర అడుగుభాగాన, దానిపై భాగాన సాంద్రత ఎక్కువగా గల పొర ఉండాలని గుర్తించుకోవాలి. అయితే, సాంద్రమయిన గాలి కిందకు వచ్చి, అక్కడనుండి తక్కువ సాంద్రతగల గాలిని పైకి నెడుతుందని మనకు తెలుసు. మరి, ఎండమావులు ఉండేచోట పల్చనిగాలి, వేడినేలకు దగ్గరే ఎలాగుంటుంది? దీనికి సమాధానం చెప్పాలంటే, గాలి నిరంతరం కదులుతూ, తిరుగుతూ ఉంటుందని గుర్తు చేయాలి. నేల వేడికి వేడెక్కిన గాలిని, చల్లనిగాలి వచ్చి పైకి తోస్తుంది. అయితే, ఆగాలి కూడా వెంటనే వేడెక్కుతుంది. ఈ రకంగా భూమికి దగ్గరగా ఎప్పుడూ వేడిగాలి ఉంటుంది. కానీ ఎప్పటికీ ఒకే వేడిగాలి కాదని గుర్తుంచుకోవాలి. గాలి ఒకటే అయినా తిరుగుతూ ఉన్నా కిరణాలు మాత్రం ఒకేలా ప్రవర్తిస్తాయి.

ఈ ఎండమావులను, గాలితీరును గురించి మనిషికి అనాదిగా తెలుసు. అయితే ఎండమావులను, ఎండలుమండి పోయే దక్షిణ ప్రాంతాలలో మాత్రమే చూడగలుగుతామని కొందరు అనుకుంటారు. ఉత్తరంగా పోయిన కొద్దీ ఇవి కనబడవని వారి ఊహ. అయితే అది తప్పు. తారు రోడ్ల మీద ఎండకాలంలో. ఎండమావులు కనబడతాయి. రోడ్డు నలుపురంగు కావడంవల్ల ఎండకు బాగా వేడెక్కుతుంది. అప్పుడు రోడ్డుపై భాగంలో నీరున్నట్లు, అందులో దూరపు వస్తువుల నీడలు పడుతున్నట్లు కనబడుతుంది. ఇటువంటి సందర్భాలలో కాంతి ప్రసరించే మార్గాన్ని చిత్రం 116 లో చూడవచ్చు. బాగా గమనించేవారు ఇటువంటి ఎండమావులను తరచు చూడగలుగుతారు.



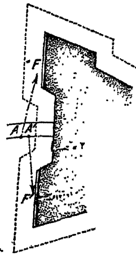
చిత్రం 116. తారు రోడ్డు మీద ఎండమావులు.

మరోరకం ఎండమావులు ఉన్నాయి. అవి పక్క ఎండమావులు. ఇలాంటి ఉంటాయని చాలా మందికి అనుమానం కూడా కలుగదు. వేడెక్కిన పెద్ద గోడ మీద కనబడిన ఈ రకం ఎండమావులను, ఒక ఫ్రెంచి దేశస్థుడు వర్ణించాడు.



చిత్రం 117. (ఎడమ) గరుకైన బూడెద రంగు గోడ (కుడి) ఒక క్షణంలోనే అద్దంలాగ ప్రవర్తిస్తుంది.

అతనొక కోట గోడను చేరబోతూ ఉండగా ఉన్నట్లుండి గోడలోని ఒక భాగం తళతళలాడడం, అందులో ఎదుటి దృశ్యం నీడలు కనబడడం చూచాడు. కొంచెం ముందుకు పోయేసరికి, మరొక గోడలో ఇలాంటి దృశ్యమే తిరిగి కనబడింది. గోడలు ఎండకు బాగా వేడెక్కడం వల్ల ఇలా జరిగిందని అతను నిర్ణయించుకున్నాడు. చిత్రం 117 లో F, F_1 గోడలు, A, A_1 వాటిని గమనించిన వ్యక్తి నిలబడిన స్థానాలు గోడ వేడెక్కినపుడల్లా ఇలాగే జరుగుతున్నదని ఫ్రెంచి వ్యక్తి గమనించగలిగాడు. ఈ ఎండమావులను ఫోటోకూడా తీశాడు.



చిత్రం 118. ప్రతిఫలనం కనిపించిన కోట యొక్క ప్లాను. ఎ నుంచి చూస్తే ఎఫ్ అనే గోడ అద్దాలలాగ కనిపించాయి.

చిత్రం 118 లో ఎడమన కోటగోడ, కుడి చిత్రంలో దాని మీద, అద్దంలో వలె ప్రతిబింబాలు కనబడడం గమనించవచ్చు. మామూలు కాంక్రీటు గోడ మీద, దగ్గరలో నిలబడిన సైనికుల ప్రతిబింబాలు కనబడవు. అదే గోడ విచిత్రంగా, కుడిచిత్రంలో అద్దంగా మారిపోయింది. దగ్గరలో ఉన్న సైనికుని ప్రతిబింబం అందులో కనబడుతున్నది. అయితే, ఆ ప్రతిబింబం గోడ మీద పడింది కాదు. గోడ మీద ఉన్న వేడిగాలి పొర మీదనని గుర్తించాలి. ఎండకాలంలో పెద్ద భవనాల గోడలను గమనిస్తే మీకు కూడా ఇటువంటి ఎండమావులు కనబడవచ్చు.

"ఆకుపచ్చ కిరణం"

"సముద్రం దగ్గర దిక్చక్రంలో సూర్యుడు అస్తమించడం మీరు చూచారా? తప్పకుండా చూచే ఉంటారు. అప్పుడు సూర్యునిపై అంచు దిక్చక్రానికి తగలడం, తరువాత అస్తమించడం చూచారా? అదికూడా చూచే ఉంటారు. అయితే సూర్యుని చివరికిరణం కనబడకుండా పోయే క్షణంలో ఏమవుతుందో గమనించారా? అప్పుడు ఆకాశం నిర్మలంగా, మేఘాలు లేకుండా, నీలంగా ఉంటే ఏం జరుగుతుందో మీరు చూచి ఉండరు! కానీ ఒకవేళ ఇటువంటి అవకాశం దొరికితే మాత్రం జారవిడవకండి. అప్పుడు కిరణాలు మామూలు ఎరుపుగా కాక, ఒక క్షణం ఆకుపచ్చగా కనబడతాయి. అటువంటి ఆకుపచ్చను ఇదివరకు ఏచిత్రకారుడూ సృష్టించలేదు. ప్రకృతిలో కూడా అటువంటి రంగు, మొక్కల్లోగాని, సముద్రంలో గానీ కనబడదు."

ఒక ఆంగ్లపత్రికలో ఈ విధంగా అచ్చయిందని జూల్స్‌వెర్న్ తననవల 'గ్రీన్ రే' లో రాశాడు. ఈ ప్రకటనను చూచి కథానాయిక, ఈ వెలుగులను వెదకుతూ ప్రపంచమంతా తిరుగుతుంది. ఆ అమ్మాయికి, ఆ ఆకుపచ్చకిరణాలు కనబడలేదని జూల్స్‌వెర్న్ రాశాడు. కానీ, నిజానికి అటువంటి కిరణాలు కనబడేవీలుంది. ఈ కిరణాల గురించి కథలుగా చెపుతారు. కానీ, ఆ కిరణాలు ఉన్నాయనే మాట మాత్రం వాస్తవం. వాటికోసం కష్టపడి గమనించగలిగే ప్రకృతి ఆరాధకులకు ఎవరికయినా అవికనబడతాయి.

ఈ ఆకుపచ్చ కిరణం లేదా మెరుపు ఎక్కడనుండి వస్తుంది? మీరు ఒక పట్టకంలోంచి చూచినపుడు ఏం కనబడుతుందో గుర్తుకు తెచ్చుకోండి. పట్టకం యొక్క వెడల్పైన తలం క్రిందుగా ఉండేట్లు, దాన్ని మీ కంటి ముందుగా ఉంచుకుని, దూరంగా గోడమీద అతికించిన తెల్లకాగితాన్ని పరిశీలించండి. ముందుగా కాగితం కొంచెం ఎత్తుకు పోయినట్లు అనిపిస్తుంది. తర్వాత కాగితం పై అంచుపై ఊదా–నీలి రంగు, క్రింది అంచున పసుపు– ఎరుపు రంగు కనబడతాయి. వక్రీభవనం వల్ల కాగితంపైకి ఎత్తినట్లు కనబడుతుంది. ఇక పట్టకపు గాజుకు, రకరకాల రంగులను రకరకాలుగా వక్రీభవనం చేయగల లక్షణం ఉండడం వల్ల, తెల్ల కాగితం అంచుల్లో రంగులు కనబడతాయి. పట్టకం ఊదా, నీలిరంగులను అన్నింటికన్నా ఎక్కువగా

వంచగలుగుతుంది. అందుకే పై అంచున ఊదా, నీలి రంగులు కనబడతాయి. ఎరుపు రంగును, అది చాలా తక్కువగా వంచగలుగుతుంది. గాబట్టి అడుగు అంచు ఆ రంగులో కనబడుతుంది.

ముందు ముందు చెప్పబోయే విషయాలను, మరింత సులువుగా చెప్పాలనుకుంటే, ఈ అంచుల రంగులను గురించి మరికొంత చెప్పాలి. తెల్లకాగితం నుంచి వచ్చే తెల్లని వెలుగును పట్టకం, వర్ణపటంలోని ఏడురంగులుగా విభజించుతుంది. కాగితం అప్పుడు చాలా రంగులలో కనబడుతుంది. ఈ రంగులు వాటి వక్రీభవనాన్ని బట్టి ఒక వరుసలో, ఒకదానిపైకి మరొకటి పాకుతూ కనబడతాయి. ఈ రంగులన్నీ కలిసిపోయి, తిరిగి కాగితం తెల్లగా కనబడుతుంది. కాగితపు అంచులు మాత్రం రంగుల్లో కనబడతాయి. ప్రఖ్యాత జర్మన్ కవి గోథే ఈ ప్రయోగాన్ని చేశాడు. కానీ దీని నిజమయిన అర్థాన్ని గ్రహించలేకపోయాడు. పైగా న్యూటన్ యొక్క రంగుల సిద్ధాంతాన్ని తప్పని రుజువు చేయగలననుకున్నాడు కూడా! అతను స్వంతంగా రంగుల గురించిన సిద్ధాంతాన్ని రాశాడు. అయితే అదంతా తప్పుడు ఊహల మీద ఆధారపడింది. మీరు కూడా అదేతప్పు చేసి, పట్టకం రకరకాల రంగులను చూపుతుందని అనుకోకండి!

భూమి యొక్క వాతావరణం ఒక పెద్ద పట్టకంలా, మనకు కనబడుతుంది. దాని చదును తలం మనకు ఎదురుగా ఉంటుంది. మనం దిక్చక్రం దగ్గర ఉండే సూర్యుడిని ఒక వాయుపట్టకం గుండా చూస్తాం. సూర్యుని బింబంపై చివర నీలి – ఆకుపచ్చరంగు, కింది అంచున, పసుపు – ఎరుపు కనబడతాయి. బింబం పూర్తిగా దిక్చక్రం పైన ఉన్నప్పుడు ఆ తీవ్రమయిన వెలుగు మూలంగా ఇతర రంగులు కనబడవు. సూర్యోదయ, సూర్యాస్తమయ సమయాల్లో బింబం దిక్చక్రం దిగువన ఉన్నప్పుడు, పై అంచున రెండు రకాల నీలంతో కూడిన రంగు కనబడుతుంది. నీలం, ఆకుపచ్చ కలవడం వలన ఈ రంగులేర్పడతాయి. దిక్చక్రం దగ్గర గాలి శుభ్రంగా, పారదర్శకంగా ఉంటే ఈ నీలపు అంచు, నీలి అంచుగా కనబడుతుంది. అయితే వాతవరణం సాధారణంగా నీలిరంగును, చెదరగొడుతుంది అందుకే మనకు ఒక ఆకుపచ్చకిరణం మాత్రమే కనబడుతుంది. వాతవరణం పరిశుభ్రంగా ఉండకపోవడంతో, మామూలుగా మనకు ఈ రెండు రంగులలో కనబడక ఒక అరుణ వర్ణం మాత్రమే కనబడుతుంది.

"ఆకుపచ్చకిరణాలను గురించి వ్యాసం వ్రాసిన సోవియట్ ఖగోళశాస్త్రజ్ఞుడు జి.ఎ.తిహోన్, దాన్ని చూడడానికి కొన్ని సూచనలు ఇచ్చారు. "అస్తమిస్తున్న సూర్యుడు అరుణవర్ణంలో ఉండగా, దాన్ని మనం మామూలుగా కంటితో ఏ కష్టం లేకుండా చూడడం వీలయిందంటే, ఇక ఆ రోజున ఆకుపచ్చ అంచులు కనబడవనుకోవచ్చు" ఇది చాలా సులభమయిన వివరణ. సూర్యుడు ఎరుపుగా ఉన్నాడంటే, వాతావరణం, నీలం, ఆకుపచ్చరంగులను పూర్తిగా చెదరగొడుతుందని అర్థం. అంటే సూర్యబింబపు పై అంచులో వివరాలు కనబడవనే అర్ధం కదా! "అలా

కాకుండా, అస్తమయ సూర్యుడు తెలుపు కలిసిన పసుపు వర్ణంలో ఉంటే, చాలా వెలిగి పోతుంటే (అంటే, వాతావరణంలో, వెలుగును గ్రహించే లక్షణం బాగా తక్కువగా ఉంటే) ఆకుపచ్చగీత కనబడుతుందని ఆశించవచ్చు. అలా కనిపించాలంటే దిక్చక్రంలో ఎగుడుదిగుడుగా, కొండలు, అడవులు, భవనాలు లేకుండా ఉండాలి. ఈ రకంగా సముద్రం దగ్గరయితేనే వీలవుతుంది. సముద్రంలో ఉండే నావికులు ఈ రంగులను తరుచు చూడగలగడానికి ఇదే కారణం.

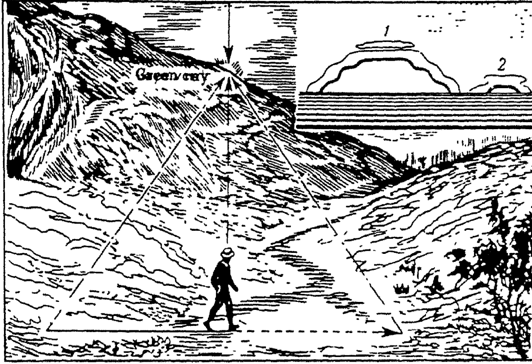
సారాంశం : ఆకుపచ్చ కిరణాన్ని చూడాలంటే, ఆకాశం నిర్మలంగా ఉన్నప్పుడు సూర్యాస్తమయం, సూర్యోదయాలను గమనించాలి. ఉత్తరార్ధగోళంకన్నా, దక్షిణార్ధ గోళంలో దిఙ్మండలం నిర్మలంగా ఉంటుంది గనుక అక్కడ ఈ కాంతులు తరుచు కనబడతాయి. అలాగని మధ్య రేఖాంశాల ప్రాంతంలో ఇవి కనబడవనడానికి లేదు. బహుశః జూల్స్‌వెర్న్ నవల వల్ల ఇటువంటి నమ్మకం పుట్టి ఉంటుంది. బాగా

ప్రయత్నించి చూస్తే మీరు కూడా ఈ కిరణాన్ని చూడగలరు. దీన్ని దుర్భిణీ యంత్రంతో కూడా చూడగలిగారు.

అల్సేషియన్ ఖగోళశాస్త్రజ్ఞులు ఇరువురు ఇలా వర్ణించారు:

సూర్యాస్తమయానికి ముందు, చివరినిమిషంలో, బింబం యొక్క చాలా భాగం ఇంకా కనబడుతూ ఉండగానే, కదులుతున్నట్లు కనబడే అంచువెంబడి, పచ్చని ఒక చార కబడుతుంది. సూర్యాస్తమయం పూర్తిగా జరిగే దాకా, దీన్ని మామూలు కంటితో చూడడం వీలుపడదు. సూర్యబింబం దిక్చక్రం క్రిందకు పూర్తిగా కుంకిన తర్వాతే ఇది కనబడుతుంది. కనీసం 100 రెట్లు పెద్దదిగా చూపగల టెలిస్కోపు వాడితే, దీన్నంతా చాలా స్ఫుటంగా చూడవచ్చు. సూర్యాస్తమయానికి కనీసం పదినిమిషాలముందు నుంచే ఈ పచ్చని అంచు కనిపించడం మొదలవుతుంది. బింబంపై సగమంతా ఈ రంగు అంచుతో కనబడితే, క్రింద సగం ఎరుపు రంగు అంచు ఉంటుంది. మొదట్లో అంచు చాలా సన్నగా ఉంటుంది. అస్తమయం జరుగుతున్న కొద్దీ ఇది వెడల్పు అవుతుంది. అది అప్పుడప్పుడు అరనిమిషకోణం గల చాపం అవుతుంది. ఆ అంచువెంట పచ్చని శిఖలు కూడా కనబడతాయి. బింబం దిగువకు పోతున్న కొద్దీ ఈ శిఖలు జరిగి శీర్షానికి చేరుతాయి. ఒక్కొక్కసారి ఇవి బింబం నుంచి వేరయి, కొద్ది సెకండ్లపాటు వెలిగి ఆరిపోతాయి. (చిత్రం 119) చాలా అనుకూల పరిస్థితుల్లో ఇవి ఇంకొంత ఎక్కువ కాలం నిలుస్తాయి. అయిదు నిమిషాలకు పై బడి కనబడిన సంఘటనలున్నాయి. దూరపు కొండ అంచున ఈ అంచు జారుతున్నట్లు, దూరం నుండి నడుస్తూ చూచే వారికి కనబడింది.

సూర్యోదయం సమయంలో బింబంపైకి వస్తున్నప్పుడు కనబడే ఆకుపచ్చ అంచు మరింత బోధకంగా ఉంటుంది. అప్పుడు ఇది కంటికి కనబడే మాయ అనే భావనను తొలగించేదిగా ఉంటుంది.



చిత్రం 119. "ఆకు పచ్చ కిరణం" చాలా సేపు కనిపించింది. కొండల వెనక దాన్ని అయిదు నిమిషాల పాటు చూశారు. (కుడిపక్క ఎగువ) దూర్బిణిలో కనిపించిన "ఆకుపచ్చకిరణం" సూర్యగోళం వంకర టింకరగా కనిపిస్తుంది. 1. సూర్యకాంతి జాస్తిగా ఉండడంచేత ఆకుపచ్చ అంచును ఉత్తకళ్లతో చూడలేం. 2. దాదాపు సూర్య బింబమంతా అస్తమించినాక "ఆకుపచ్చ కిరణం" ఉత్తకంటికి కూడా కనిపిస్తుంది.

ఆకుపచ్చకిరణం 1 - 2

ఇటువంటి అంచులు ఒక సూర్యబింబంలోనే గాక, శుక్రగ్రహంలో కూడా కనబడతాయి.



ఫోటోగ్రఫీని కనుగొనక ముందు :

ఫోటోగ్రఫీ ఈ రోజుల్లో సర్వసాధారణమైపోయింది. గత శతాబ్దంలోని మన పూర్వీకులు ఫోటోలు లేకుండా ఎలా బ్రతికారా అనిపిస్తుంది. వంద సంవత్సరాల క్రితం ఒక మనిషి బొమ్మను చిత్రించిన వైనం గురించి ఛార్లెస్ డికెన్స్ తన నవల 'పిక్‌విక్ పేపర్స్ లో వ్రాశారు. పిక్‌విక్‌ను అప్పుల జైల్లోకి తీసుకుపోతారు. అక్కడే ఈ సంఘటన జరుగుతుంది. తన చిత్రం కోసం కూచోవలసి ఉంటుందని పిక్‌విక్‌తో చెపుతారు:

'చిత్రం కోసం కూచోవడమా'? అన్నాడు పిక్‌విక్. 'మీ బొమ్మను తయారు చేస్తాం సర్!' అన్నాడు లావు పాటి టర్న్‌కీ.

'చిత్రాలు తయారు చేసే కళలో ఇక్కడ మేమే సిద్ధహస్తులం. చిటికెలో తీస్తాం. కొంచెం కూడా తేడా ఉండదు. రండిసార్, లోపలికి దయచేయండి.'

పిక్‌విక్ ఆ ఆహ్వానాన్ని మన్నించాడు. కూచున్నాడు. అతని వెనకాలే నిలబడిన వెల్లర్ మాత్రం ఏదో గొణుగుతూ చెపుతున్నాడు. నేరస్థులకు, జైలును చూడవచ్చిన వారికి తేడా తెలుసుకునేందుకు, జరిపే పరీక్షల్లో మరో భాగమే ఈ కూచోబెట్టడం కూడా అని అతను చెప్పాడు.

"అయితే శామ్, చిత్రకారులు వస్తారా! అయినా ఈ చోటు మరీ బజారు లాగా ఉంది" అన్నాడు మిస్టర్ పిక్‌విక్.

'ఏమాత్రం ఆలస్యం కాదండి, ఇక్కడ ఒక డచ్చి గడియారం కూడా ఉంది.' అన్నాడు శామ్.

'అలాగేమిటి?' పిక్‌విక్ పరిశీలనగా చూస్తున్నాడు.

'ఒక పంజరం కూడా సార్, తెరల తర్వాత తెరలు, జైల్లో మరోజైలు. అలాగే ఉంది కదా సార్? అన్నాడు శామ్.

వెల్లర్ ఇలా తాత్వికంగా మాట్లాడుతూ ఉండగానే, తను చిత్రంకోసం కూచో-వడం మొదలయిందని పిక్‌విక్ పసిగట్టాడు. లావుపాటి టర్న్‌కీ, తనపని ముగించి కూచున్నాడు. తనవైపు నిర్లక్ష్యంగా చూచాడు. అతని పనిని కొనసాగిస్తున్న మరో పొడుగాటి వ్యక్తి చేతులను కోటులో పెట్టుకుని ఎదురుగా నిటారుగా నిలబడి, తనవేపు దీర్ఘంగా చూడసాగాడు. ఇంకొకతను వచ్చి పిక్‌విక్ పక్కనే కూచున్నాడు. అతను బహుశః టీ తాగుతుంటే మధ్యలో తీసుకు వచ్చినట్లున్నారు. అందుకేనేమో అతను పెదాలు నాకుతూ చప్పరిస్తున్నాడు. అతను చాలా దగ్గరగా వచ్చి, చేతులు నడుంమీద అన్ని, తీక్షణంగా తనను పరీక్షించాడు. మరో ఇద్దరుకూడా వీరితో కలిసి అదేపనిగా, సాలోచనగా తన రూపాన్ని పరీక్షించసాగారు. మిస్టర్ పిక్‌విక్ మాత్రం తన

కుర్చీలో అసహనంగా కూర్చున్నాడు. అయినా అతను ఎవరితోనూ, కనీసం శామ్‌తో కూడా పల్లెత్తుమాట అనలేదు. శామ్ వెనుకనుండి తన కుర్చీమీదవాలి సగం తన యజమాని దుస్థితి గురించి, ఆలోచిస్తున్నాడు. మరోసగం ఆలోచన, చిత్రం తయారు చేస్తున్నామంటున్న ఈ సాంకేతిక నిపుణులను, ఒకరి తరువాత ఒకరిని చావబాదితే ఎలాగుంటుందని! అది కూడా అలా తన్నడం చట్టసమ్మతం శాంతి పూర్వకం అయితేనే!

చాలాసేపటి తరువాత చిత్రం పూర్తయింది. పిక్‌విక్ గారు ఇంక జైల్లోకి వెళ్ళవచ్చని చెప్పారు.

ఈ రకం కన్నా, కేవలం వర్ణనల మీద మాత్రమే ఆధారపడిన 'చిత్రాలు' మరికొంత కాలం క్రితం వాడుకలో ఉండేవి. పుష్కిన్ తన గ్రంథం 'బోరిస్ గోదునోవ్' లో ఒకచోట రాజపత్రంలో గ్రిగోరీ ఓత్రిప్యెవ్‌ను వర్ణించిన తీరును చెపుతారు.

"అతను పొట్టివాడు, వెడల్పయిన ఛాతీ, ఒక చేయి మరొక దానికన్నా కొంచెం పొట్టి, కళ్ళునీలంగాను, వెంట్రుకలు అల్లం రంగులోను ఉంటాయి . ఒక చెంపమీద ఒకటి, నుదుటి మీద మరొకటి పులిపిరికాయ లుంటాయి!

ఇప్పుడు మనకు ఇలాంటి వర్ణనలు అవసరం లేదు. ఇందుకు బదులుగా మనం ఒక ఫోటోగ్రాఫును వాడుకుంటాం.

ఎలా చేయాలో చాలా మందికి తెలియదు :

ఫోటోగ్రఫీ రష్యాలో 1840 ప్రాంతంలో ప్రవేశపెట్టబడింది. మొదట్లో లోహపు పలక మీద తయారుచేసే డాగెరోటైప్ ఫోటోలు వచ్చాయి. వాటిని కనుగొన్న డాగేర్ పేరున వాటికా పేరువచ్చింది. ఆ పద్ధతి ఎంతో అసౌకర్యంగా ఉండేది. ఫోటోకోసం చాలాకాలం కనీసం 20 నిమిషాలు కూచో వలసి వచ్చేది. "మాతాతగారు, కెమెరా ముందు, కేవలం ఒక డాగెరోటైప్ ఫోటో కోసం, 40 నిమిషాల పాటు కూచున్నారు. దానితో వేరే కాపీలు తయారుచేసే వీలుకూడా లేదు." అని లెనిన్‌గ్రాడ్ భౌతిక శాస్త్రవేత్త ప్రొఫెసర్ వైన్‌బర్గ్ నాతో ఒకసారి చెప్పారు.

అయినా చిత్రాకారుని అవసరం లేకుండా ఆ చిత్రాలన్ని తయారుచేయడం అనే ఈ సంగతి ప్రజలను ఆశ్చర్యంలో ముంచెత్తింది. అందుకే దానికి వారు అలవాటు పడడానికి చాలా కాలం పట్టింది. 1845 నాటి ఒక రష్యన్ పత్రికలో ఇందుగురించి ఒక సరదా అంశం ప్రచురింపబడింది.

"డాగెరోటైప్ తనంత తానే పనిచేస్తుందని ఇంకా చాలా మంది నమ్మలేక పోతున్నారు. ఫోటో తీయించుకోవడానికి ఒకతను వచ్చాడు. అతన్ని కూచో వలసిందిగా చెప్పి, ఫోటోగ్రాఫరు లెన్స్‌లను సరిగ్గా అమర్చి , కెమెరాలో ప్లేటును కూడా బిగించాడు. గడియారం వేపుచూసి, కాస్త బయటకు వెళ్ళాడు. అతనున్నంత

సేపు పెద్దమనిషి తనచోట తాను వేళ్లు పాతుకు పోయినట్లు కూచున్నాడు. అతను బయటికి వెళ్లిన మరుక్షణం, ఇకతను కూర్చోవడం అనవసరమనుకున్నాడు. లేచి, ఒక పట్టు నశ్యం పీల్చి, కెమెరా దగ్గరకు వచ్చి, దాన్ని అన్ని వేపులనుంచి పరీక్షించాడు. లెన్స్‌లోకి కన్నుపెట్టి తొంగిచూచాడు. తల ఎగురవేసి, "ఏం విచిత్రం" అంటూ గొణిగాడు. గదిలో అటూ ఇటూ పచార్లు మొదలు పెట్టాడు.

ఫోటోగ్రాఫరు తిరిగి వచ్చాడు. తలుపు దగ్గరే ఆశ్చర్యంతో నిలిచిపోయి. "'ఏం చేస్తున్నారు? నేను మిమ్మల్ని కూర్చోమన్నాను గదా!' అన్నాడు.

"ఆఁ కూచున్నాను. నీవు వెళ్లి పోయిన తర్వాతే లేచాను."

"సరిగ్గా అప్పుడే గదా! మీరు స్థిరంగా కూచుని ఉండవలసింది."

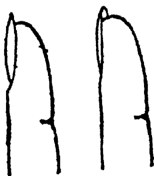
"అనవసరంగా ఎందుకూ నేను కదలకుండా కూర్చోవడం?" పెద్ద మనిషి తిరుగు ప్రశ్న వేశాడు.

"మనం మాత్రం ఈ రోజుల్లో ఇంత పిచ్చితనంలో లేము గదూ!"

అయినా ఫోటోగ్రఫి గురించి చాలామందికి తెలియని విషయాలు ఇంకా కొన్ని ఉన్నాయి. ఒక ఫోటోగ్రాఫును ఎలా చూడాలి అనే విషయం చాలామందికి తెలియదు. అది మీరు అనుకున్నంత సులువు మాత్రం కాదు. ఫోటోగ్రఫీ వచ్చి వంద ఏళ్లకు పై బడినా, అదెంత మామూలయినా ఈ సంగతి తెలియని వారున్నారు. నిజానికి ఆ వృత్తిలో ఉండేవారు కూడా ఫోటోలను చూడవలసిన రకంగా చూడరు.

ఫోటోగ్రాఫులను ఎలా చూడాలి?

మన కన్ను, కెమెరా రెండు ఒకే దృష్టిసూత్రం ఆధారంగా నిర్మింపబడ్డాయి. కటకానికి, వస్తువుకు మధ్యగల దూరాన్ని బట్టి కెమెరాలోని తెరమీద చిత్రం ఏర్పడుతుంది. కెమెరాలో ఏర్పడే దృశ్యం, మనం కేవలం ఒకే కంటితో చూడగలిగిన దృశ్యం వలె ఉంటుంది. ఈ విషయం గమనించదగినది! అంటే, వస్తువు వల్ల ఏర్పడిన దృశ్యాన్ని యథాతథంగా చూడాలంటే, మనం ఫోటోను ఒకే కంటితో చూడాలి. దాన్ని సరయిన దూరంనుండి చూడాలి కూడా!



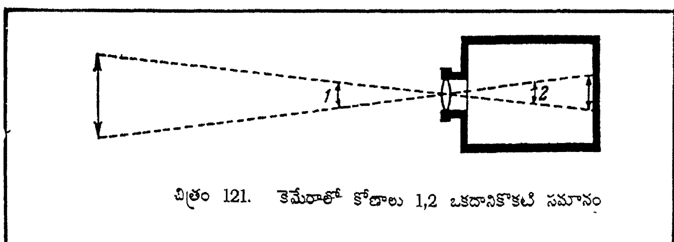
చిత్రం 120. వేలును ముఖానికి దగ్గరగా పట్టుకున్నప్పుడు ఎడమ కంటికి కుడి కంటికి వేరు వేరుగా ఇలా కనిపిస్తుంది.

ఫోటోగ్రాఫును మనం రెండు కళ్లతో చూస్తే అది చదునుగా కనిపిస్తుంది. అందులోని లోతులు కనబడవు. ఇది మన దృష్టిలో స్వతహాగా ఉండేలోపం. మనం ఒక ఘనాకార వస్తువును చూచినపుడు, రెండు కళ్లలో ఒకే రకమయిన దృశ్యం ఏర్పడదు. (చిత్రం 120) అందుకే మనకు వస్తువులు అన్నీ రిలీఫ్ లో కనబడతాయి. రెండు దృశ్యాలను, మన మెదడు ఒకటిగా చేసి, మనకు రిలీఫ్‌లో చూపిస్తుంది. స్టీరియోస్కోపులో సూత్రం కూడా ఇదే! అలాకాక మనం, గోడవంటి, చదునయిన వస్తువులను చూచినపుడు, రెండు కళ్లలోనూ ఒకే విధమయిన దృశ్యం ఏర్పడి, ఆ వస్తువు చదునుగా ఉందని, మెదడుకు తెలుస్తుంది.

ఇప్పుడు మీకు, మనం ఫోటోగ్రాఫును రెండు కళ్లతో చూచేటప్పుడు చేసే తప్పు ఏమిటో తెలిసి ఉంటుంది. ఇలా చూడడం వల్ల మనం చదునుగా ఉండే వస్తువును చూస్తున్నామనే బలవంతపు భావన కలుగుతుంది. ఒకే కంటితో చూడవలసిన ఫోటోను మనం రెండు కళ్లతో చూచినపుడు, అది చూపే నిజమయిన దృశ్యాన్ని చూడలేక పోతాము. దానితో కెమెరా తయారుచేసిన భ్రమను మనం చూడలేకుండా అవుతుంది.

ఫోటోను ఎంత దూరం నుండి చూడాలి?

ఫోటోగ్రాఫును ఎంత దూరం నుండి చూడాలి? అనే రెండవ అంశం కూడా ఇంతే ముఖ్యమయింది. దూరం సరిగా లేకున్నా దృశ్యం సరిగా కనబడదు. అయితే, మనం ఫోటోను ఎంత దూరంగా పట్టుకోవాలి. కెమెరా లెన్సు, తెరమీద చిత్రాన్ని ఏ కోణంలో ఏర్పరచిందో (లేదా వస్తువును ఏ విధంగా చూచిందో) అదేకోణంలో మనం కూడా చూడాలి. అంటే, వస్తువుకు, చిత్రానికి ఉండే సంబంధం ప్రకారం, లేదా కటకానికి, వస్తువుకు గల దూరం ప్రకారం, మన కంటికి చిత్రానికి కూడా దూరం ఉండాలి. సులభంగా చెపితే, కెమెరాలోని కటకం యొక్క నాభ్యాంతరానికి సమానమయిన దూరం నుండి చూడాలి.



చిత్రం 121. కెమెరాలో కోణాలు 1,2 ఒకదానికొకటి సమానం

చాలా కెమెరాలలో నాభ్యంతరం 12 నుండి 15 సెం.మీ. ఉంటుంది. మనకంటి నాభ్యంతరం దీనికి ఇంచుమించు రెండురెట్లు, అంటే 25 సెం.మీ. ఉంటుంది గనుక, మనం నిజంగా చూడవలసిన దూరం నుంచి ఫోటోలను చూడలేము. గోడమీద అతికించిన ఫోటోలను మరింత దూరం నుండి చూస్తాం. గనుక, అవి చదునుగా కనబడతాయి. హ్రాస్వ దృష్టి గలవానికి, ఈ నాభ్యంతరం తక్కువగా

ఉంటుంది. అటువంటి వారు, పిల్లల ఫోటోలను మనం ఒంటి కంటితో చూచినట్లే చూడగలుగుతారు. వారు ఫోటోను 12–15 సెం.మీ. దూరంలో పట్టుకుంటే అవి చదునుగా కాక, రిలీఫ్‌లో కనబడతాయి. ఆ దృశ్యం స్టీరియోస్కోప్‌లో నుండి చూచినట్లు ఉంటుంది.

మనం అజ్ఞానం కొద్దీ, ఫోటోలను సరిగా చూచి ఆనందించలేమని, వాటిని చదునుగా, నిర్జీవంగా ఉన్నాయని అనుకుంటామని, మీరు ఇప్పుడు ఒప్పుకుంటారనుకుంటాను.

భూతద్దాల విచిత్రప్రభావం :

హ్రస్వదృష్టి గలవారు ఫోటోలను సులభంగా రిలీఫ్‌లో చూడగలుగుతారు. మరి మామూలు దృష్టి గలవారు వాటిని ఎలా చూడాలి? ఇందుకు భూతద్దాలు సాయం చేయగలుగుతాయి. ఫోటోలను రెండింతలుగా పెంచిచూపగల భూతద్దంలోంచి చూస్తే, మామూలు కంటితో చూచే వారికి కూడా, హ్రస్వదృష్టివారికి కనిపించినట్లే, బొమ్మలు రిలీఫ్‌లో కనిపిస్తాయి.

ఫోటోలను రెండు కళ్లతో ఎక్కువ దూరం నుండి చూచినప్పుడు, భూతద్దంలోంచి చూచినపుడు కనబడే దృశ్యాలలో ఎంతో తేడా ఉంటుంది. భూతద్దంతో ఇంచుమించు స్టీరియో స్కోప్ ప్రభావం కనబడుతుంది. ఫోటోలను ఒంటి కంటితో భూతద్దంలోంచి చూస్తే అవి రిలీఫ్‌లో ఎందుకు కనబడతాయో ఇప్పుడు మనకు తెలిసింది. ఈ విషయం సాధారణంగా తెలిసినదే అయినా, ఎవరూ దీన్ని విడమరిచి చెప్పలేదు. ఈ పుస్తకాన్ని సమీక్షించిన ఒక వ్యక్తి నాకు ఈ విషయం గురించి రాశారు.

"పుస్తకం మరోసారి అచ్చువేసేటపుడు, భూతద్దంలోంచి చూస్తే ఫోటోలు ఎందుకు రిలీఫ్‌లో కనబడతాయనేది, దయచేసి వివరించండి. ఇందుకు సంబంధించి, స్టీరియోస్కోప్ గురించి ఇచ్చిన వివరణకు అర్థం లేదని నేను అనుకుంటున్నాను. స్టీరియోస్కోపులోకి ఒకే కంటితో చూడండి. సిద్ధాంతం ఏం చెపుతున్నప్పటికీ బొమ్మమాత్రం రిలీఫ్‌లో కనబడుతుంది."

స్టీరియోస్కోపిక్ దృష్టి సిద్ధాంతానికి, ఈ విషయం వల్ల ఎటువంటి హాని కలుగలేదని మీరు అంగీకరిస్తారనుకుంటాను.

బొమ్మల దూకాణాలలో అమ్మే పెనోరమాలలోంచి చూస్తే కలిగే విచిత్రప్రభావం కూడా ఈ సూత్రం మీద ఆధారపడిందే. పెనోరమాలంటే, ఒక పెట్టెలో అమర్చిన, ఫోటోలను భూతద్దంలోంచి చూచే పరికరం. అందులో మామూలుగానే స్టీరియో స్కోప్ ప్రభావం కనబడుతుంది. ఫోటోలోని వస్తువులను కొన్నింటిని వేరు చేసి, కొంచెం ముందుభాగంలో అతికించడం వల్ల ఈ భ్రమ మరింత ఎక్కువయేట్లు చేస్తారు. మన కళ్లు, దగ్గరలో నున్న వస్తువుల ఘనరూపాన్ని మరింత బాగా చూడగలుగుతాయి. దూరం వస్తువులలో ఈ ప్రభావం తక్కువ.

పెద్దవి చేసిన ఫోటోగ్రాఫులు :

మామూలు దృష్టిగల వారుకూడా, భూతద్దం అవసరం లేకుండా, సరిగ్గా చూడగలిగేలా ఫోటోలను తయారు చేయవచ్చునా? ఎక్కువ నాభ్యంతరంగల లెన్సులుండే కెమెరాలతో ఫోటోలు తీస్తే ఈ పనిచేయవచ్చు. 25 సెం.మీ. నాభ్యంతరం గల లెన్సుతో ఫోటో తీస్తే దాన్ని మామూలు దూరం నుండి ఒంటి కంటితో చూస్తే రిలీఫ్‌లో కనబడుతుంది. ఈ సంగతి మీకు ఇప్పటికే తెలుసు.

రెండు కళ్లతో చాలా దూరం నుండి చూచినా రిలీఫ్‌లో కనబడే విధంగా కూడా ఫోటోలు తీయవచ్చు. రెండు కళ్లలోని దృశ్యాలను కలిపి మన మెదడు, చదునుగా చేయగలదని తెలుసు. వస్తువు నుండి దూరం ఎక్కువయిన కొద్దీ, మెదడుకు గల ఈశక్తి తగ్గుతుంది. 70 సెం.మీల. నాభ్యంతరం గల లెన్సు సాయంతో ఫోటో తీస్తే రెండు కళ్లతో చూచినా రిలీఫ్‌లో కనబడుతుంది.

ఇలాంటి కటకాలతో ఫోటోలు తీయడం కుదరదు గనుక మరోపద్ధతి చెపుతాను. మామూలు కెమెరాలతో తీసిన ఫోటోల సైజు పెంచితే సరి! దీనితో ఫోటోలను సరిగా చూడవలసిన దూరం పెరుగుతుంది. 15 సెం.మీ.ల. కటకంతో తీసిన ఫోటోను నాలుగయిదు రెట్లు పెంచితే, అవసరమయిన ప్రభావం రానే వస్తుంది. వాటిని రెండుకళ్లతో 60 నుండి 75 సెం.మీ. దూరం నుండి చూడవచ్చు. బొమ్మ కొంచెం అలుక్కుపోయినట్లు అవుతుందేమో గానీ, ఇంతదూరం నుంచి ఈ సంగతిని గ్రహించలేము. స్టీరియోస్కోపిక్ ప్రభావం, లోతు మాత్రం తప్పక కనబడతాయి.

సినిమా హాల్లో అన్నిటికన్నా మంచిసీటు :

తరచుగా సినిమాలు చూచేవారికి కొన్ని దృశ్యాలు ఉన్నట్లుండి రిలీఫ్‌లో కనబడతాయి. నిజమయిన దృశ్యాలను, నిజమయిన నటులను చూచినట్లు అనిపిస్తుంది. ఫిల్ము చాలా బాగుందని అనుకుంటారు. కానీ అదేమీకాదు. మీరూ ఏ సీటులో కూచున్నారనే దాన్ని బట్టి ఇలా జరుగుతుంది. చలన చిత్రాలను, చాలా తక్కువ నాభ్యంతరం గల లెన్స్‌లతో తీస్తారు. కానీ వాటిని తెరమీద చూపడానికి మాత్రం వందరెట్లు దాకా పెంచుతారు. వాటిని మీరు చాలా దూరం నుంచి, రెండు కళ్ళతోనూ చూడగలుగుతారు. (10 సెం.మీ. ×100=10 మీ.) సినిమా 'షూట్' చేసేటప్పుడు కెమెరా దృశ్యాన్ని ఏ కోణంలోంచి చూసిందో, అదే కోణంలోంచి మీరు కూడా తెరమీద బొమ్మను చూడగలిగితే రిలీఫ్ ప్రభావం చాలా బాగా కనబడుతుంది.

ఈ దృష్టి కోణానికి సంబంధించిన దూరాన్ని లెక్కవేయడం ఎలా? ముందుగా తెరకు ఎదురుగా, సరిగ్గా మధ్యలో ఉండే సీటును ఎంచుకోవాలి. సినీకెమెరాలోని లెన్సు నాభ్యంతరం, ఫిల్ము వెడల్పుకన్నా ఎక్కువ గాబట్టి అది ఎన్ని రెట్లు ఎక్కువగా

ఉంటే తెర నుంచి, వెడల్పుకు అన్ని రెట్ల దూరంలో కూచోవాలి. బొమ్మ తీస్తున్న వస్తువులను, దృశ్యాలను బట్టి, సినీకెమెరా కటకం యొక్క నాభ్యంతరం 35, 50, 75 లేదా 100 మి.మీ.లు ఉంటుంది. ఫిల్ము వెడల్పు మామూలుగా 24 మి.మీ.లు ఉంటుంది. కటకం నాభ్యంతరం 75 మి.మీ. అనుకుంటే, నిష్పత్తి

$$\frac{\text{దూరం}}{\text{తెరమీద బొమ్మ వెడల్పు}} = \frac{\text{నాభ్యాంతరం}}{\text{ఫిల్ము వెడల్పు}} = \frac{75}{24} \approx 3$$

తెరకు ఎంత దూరంలో కూచోవాలో తెలుసుకోవాలనుకుంటే, తెర మీద బొమ్మ వెడల్పుకు మూడు పెట్టి హెచ్చవేయాలి. బొమ్మ ఆరు అడుగుల వెడల్పు ఉంటే మీరు 18 అడుగుల దూరంలో ఉండాలి. స్టీరియోస్కోపు పరికరాలను వాడుకునేటప్పుడు ఈ విషయం దృష్టిలో ఉంచుకోవాలి. లేకుంటే కేవలం పరిస్థితుల వల్ల కలిగిన ప్రభావాలన్నీ, పరికరాల వల్ల కలిగాయనిపిస్తాయి.

బొమ్మల పుస్తకాలను చూచే వారికి :

పుస్తకాలలో, పత్రికలలో అచ్చువేసిన చిత్రాలు కూడా ఫోటోగ్రాఫులనుండి తయారయినవే. వాటికి కూడా ఫోటోల లక్షణాలే ఉంటాయి. వాటిని కూడా ఒకే కంటితో సరయిన దూరంనుండి చూస్తే రిలీఫ్‌లో లోతులతో కనిపిస్తాయి. అయితే వేరు వేరు ఫోటోలను, వేరువేరు నాభ్యంతరాలుగల కెమెరాలతో తీసి ఉంటారు గనుక, వాటిని చూడవలసిన దూరాలను ప్రయత్నం మీద తెలుసుకోవలసిందే. ఒక కంటిని అరచేత్తో, మూసి, మరోచేతిని పూర్తిగా చాచి బొమ్మను పట్టుకోవాలి. బొమ్మ కంటికి ఎదురుగా, సరిగ్గా నిలువుగా ఉండాలి. కన్ను బొమ్మ మధ్యలోకి సూటిగా చూస్తుండాలి.. అప్పుడు బొమ్మను నెమ్మదిగా దగ్గరకు తెస్తుంటే, ఎక్కడో ఒక చోట ఉన్నట్లుండి, అందులో లోతులు వివరంగా కనబడడం గమనిస్తారు.

సాధారణంగా, అలవాటుకొద్దీ చూచినపుడు, చదునుగా నిర్జీవంగా కనబడిన ఫోటోలెన్నో, ఈ పద్ధతిలో చూచినపుడు, లోతులు, వివరాలతో చాలా బాగా కనబడతాయి. నీటి తళతళ, ఇతర స్టీరియోస్కోపిక్ ప్రభావాలు కూడా చక్కగా కనబడతాయి. ఈ విషయాలను కనీసం 50 సంవత్సరాల క్రితమే సుగమ విజ్ఞాన శాస్త్ర గ్రంథాలలో వివరించారు. అయినా ఇవన్నీ చాలా మందికి తెలియవంటే ఆశ్చర్యంగా ఉంటుంది. విలియం కార్పెంటర్ తన మనస్తత్వశాస్త్ర గ్రంథంలో, ఫోటోలను చూడడం గురించి వివరించాడు:

"ఈ రకంగా ఫోటోలను చూచే పద్ధతి, కేవలం వాటిలోని వస్తువుల ఘనాకారాలను, లోతులను గమనించడానికి మాత్రమే పరిమితం కాదు. మిగతా వివరాలు కూడా వాస్తవానికి దగ్గరగా కనబడతాయి. నిలకడగా ఉన్న నీటి ఫోటోలను చూచినపుడు. ఈ వివరాలు బాగా అర్థమవుతాయి. ఫోటోలలో నీళ్లు మామూలుగా బాగా కనపడవు. రెండు కళ్లతో చూస్తే, అవి పారదర్శకంగా లేనట్లు, తెల్ల మైనపు పొరలాగ కనిపిస్తాయి. అదే ఒంటికంటితో చూస్తే, లోతులోకి కూడా నీటిలోకి చూడగలిగిన ప్రభావం

కనిపిస్తుంది. కాంతిని పరావర్తనం చెందించే, ఇతర వస్తువుల విషయంలో కూడా ఇలాగే జరుగుతుంది. ఒకే కంటితో చూస్తే కంచు, ఏనుగు దంతం వంటి తళతళ వస్తువులను ఒకదాని నుండి మరొక దానిని సులభంగా వేరుచేసి గుర్తించవచ్చు."

మనం గుర్తించవలసిన విషయం మరొకటి ఉంది. సైజు పెద్దజేసిన ఫోటోగ్రాఫులు, ఎక్కువ జీవకళ ఉట్టిపడేలా ఉంటాయి. తగ్గించిన ఫోటోలు అలా కావు. చిన్న ఫోటోల్లో వెలుగునీడల తేడాలు బాగా తెలుస్తాయి కానీ, లోతు, వివరాలు అంటే రిలీఫ్ మాత్రం కనబడదు. ఫోటోను చిన్నదిగా చేయడంతో, అసలే తక్కువగా ఉండే, చూడదగిన దూరం మరికొంచెం తగ్గుతుంది. ఈ కారణం అర్థమయే ఉండాలి ఇప్పటికి!

పెయింటింగులను చూడవలసిన తీరు :

ఫోటోగ్రాఫులను గురించి చెప్పిన సంగతులన్నీ ఇంచుమించుగా, చిత్తరువులకు కూడా వర్తిస్తాయి. అవి కూడా ఒక దూరం నుండి చూచినపుడే, రిలీఫ్‌లోకి వచ్చి బాగా కనబడతాయి. వాటిని కూడా ముఖ్యంగా చిన్న పెయింటింగులను, ఒంటి కంటితో చూడడం మేలు. కార్పెంటర్ తన పుస్తకంలో ఈ విషయం ఇలా రాశాడు.

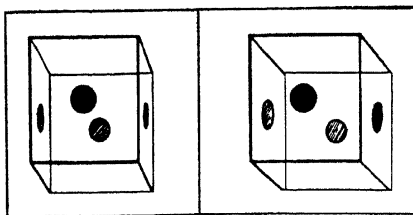
"నిజ స్వరూపంలో లాగే చిత్తరువులో వివరాలు, వెలుగు నీడలు, లోతులు, వస్తువుల అమరిక చిత్రించబడి ఉంటే, వాటిని తదేకంగా చూచేటప్పుడు, రెండుకళ్లకు బదులు, ఒకే కంటితో చూడడం వల్ల, ఆ వివరాలు మరింత బాగా కనబడతాయి. చిత్తరువు పక్కన ఉండే అనవసరపు వస్తువులు కనబడకుండా, కేవలం దాన్నే, ఒక సరయిన ఆకారం గల గొట్టంలోనుండి చూడగలిగితే, అది మరింత ఆకర్షణీయంగా కనబడుతుంది. ఈ విషయాలను ఇంతకు ముందు చాలా తప్పుడు పద్ధతిలో వివరించారు. ఒకే కంటితో చూసే, కళ్లయొక్క జీవశక్తి రెండింతలయి బొమ్మలు బాగా కనబడతాయి" అంటాడు లార్డ్ బేకన్. దృష్టిని కేంద్రీకరించి నిమగ్నం చేయడం అనే అతని ప్రతిపాదనను, ఇతర భాషలలోని వారు కూడా బలపరిచారు. అయితే నిజం మాత్రం, రెండు కళ్లతో చూస్తే చిత్రం చదునుగా ఉందనిపిస్తుంది. ఒకే కంటితో చూచినపుడు మాత్రం మెదడుకు ఈ బలవంతం ఉండదు. అసలు దృశ్యాన్ని బట్టి వివరాలు కనబడతాయి. అలా కొంచెంసేపు చూచిన తర్వాత చిత్రంలో రిలీఫ్ మొదలయి ఇంచుమించు అసలు దృశ్యంలా కనబడుతుంది."

చిత్తరువులను బాగా తగ్గించి చూసే ఫోటోలలో రిలీఫ్ మరింత బాగా కనిపిస్తుంది. తగ్గించడంతో చిత్తరువును చూడవలసిన దూరం కూడా తగ్గుతుంది. అందుకే దగ్గరినుండి కూడా ఆ చిత్రంలో లోతులు కనబడతాయి.

స్టీరియోస్కోపు :

మనం వస్తువులను కేవలం పొడవు వెడల్పుల్లోనే గాకుండా లోతులు, దూరాలలో

కూడా ఎలా చూడగలుగుతున్నాము? కంటిలో ఏర్పడే దృశ్యం కేవలం పొడవు వెడల్పులు మాత్రమే చూపుతుంది. అంటే చదునయినది. మరి ఘన ఆకారాలు ఎందుకు కనబడతాయి? ఇందుకు చాలా కారణాలున్నాయి. మొదట వస్తువులోని వివిధ భాగాలపై, వేరువేరుగా పడే కాంతి వల్ల దాని ఆకారం సరిగా తెలుస్తుంది. తర్వాత, వస్తువులో, కంటినుండి వేరు వేరు దూరాలలో గల భాగాలను చూడడానికి, ప్రయాస కూడా కొంత, ఇందుకు సాయం చేస్తుంది. వస్తువు చిత్రంలో లాగ చదునుకాదు కాబట్టి అందులోని అన్నిభాగాల నుండి కాంతి, కంటికి, ఒకే దూరం నుండి రాదు. మూడవది అన్నింటికన్నా ముఖ్యమయిన కారణం రెండు కళ్లలో వేరువేరు దృశ్యాలు ఏర్పడతాయి. దగ్గరగా ఉండే వస్తువును ఒక కన్ను మూసి మరోటి తెరుస్తూ చూస్తుంటే ఈ విషయం సులభంగా తెలుస్తుంది.



చిత్రం 122. చుక్కలుగల గాజు; దిమ్మె ఎడమ కంటికి, కుడి కంటికి వేరువేరుగా ఇలా కనిపిస్తుంది.

ఒకే వస్తువును కుడికంటితో చూస్తే కనబడే తీరును, ఎడమకంటితో కనబడే తీరును వేరువేరు చిత్రాలుగా ఊహించండి. ఆ చిత్రాలను ఒకే సారి ఏకంటి దృశ్యాన్ని ఆ కంటితో మాత్రమే అదే పనిగా చూస్తే, అవి కలిసిపోయి, రెండు చదును బొమ్మల బదులు, లోతులు గల ఒకే బొమ్మ కనబడుతుంది. ఒంటి కంటితో వస్తువును చూచినప్పటికన్నా ఇందులో కనిపించే రిలీఫ్ బాగుంటుంది. (ఉదాహరణకు చిత్రం 122 లో రెండు బొమ్మల మధ్య అడ్డుగీత మీద ఒక అట్టముక్క పెట్టి, రెండు బొమ్మలను రెండు కళ్లతో ఒకేసారి చూడండి. అప్పుడు బొమ్మలో చదరం దిమ్మెలాగా కనిపిస్తుంది. బొమ్మ మధ్యలో చుక్కలు దిమ్మె మందమంత దూర దూరంగా ఉన్నట్లు కనిపిస్తుంది.)

స్టీరియోస్కోప్ అనే ప్రత్యేక పరికరం ఒకటి ఉంది. దానితో ఈ జంట బొమ్మలను చూడవచ్చు. ఈ పరికరంలో ముందు అద్దాలను వాడేవారు. ఇప్పుడు పుటాకార పట్టకాలను వాడి, రెండు దృశ్యాలను కలుపుతున్నారు. ప్రిజం వల్ల చిత్రాల సైజుకూడా కొంచెం పెరుగుతుంది. రెండు బొమ్మలనుండి వచ్చే కాంతి వక్రీభవించి, బొమ్మలు కలిసి పోయినట్లు కనబడుతుంది.

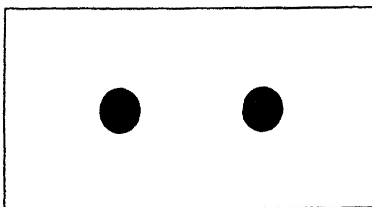
స్టీరియోస్కోప్‌లోని మూలసూత్రం చాలా సులువయినదని మీరు గ్రహించి

ఉంటారు. అందుకని దాని ఫలితాలు మరింత ఆశ్చర్యకరంగా అనిపిస్తాయి. మీరు రకరకాల స్టీరియోస్కోపిక్ చిత్రాలను చూచి ఉంటారు. అయినా స్టీరియోస్కోపును ఉపయోగించుకునే పరికరాల గురించి కొంచెం గమనిద్దాము.

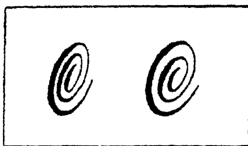
రెండు కళ్ల చూపు :

నిజానికి, మనం బాగా అలవాటు చేసుకుంటే, స్టీరియోస్కోపు లేకుండానే ఈ చిత్రాలను చూచి, దాన్ని వాడినంత ఫలితం పొందవచ్చు. అయితే పరికరంలోలాగ బొమ్మ సైజు, పెరిగి కనబడదు. ఈ పరికరాన్ని కనుగొన్న వీట్‌స్టోన్, ప్రకృతిలోని ఏర్పాటునే వాడుకున్నాడు. ఇక్కడ ఇచ్చిన కొన్ని స్టీరియోస్కోపిక్ చిత్రాలను, ఆ పరికరం లేకుండానే మీరు చూడడానికి ప్రయత్నించండి. అయితే, కొంచెం శ్రమ మీదగాని ఫలితాలు కనబడవని గుర్తుంచుకోండి. (అందరికీ ఈ స్టీరియోస్కోపిక్ దృష్టి వీలుకాదు. మెల్లకన్ను గలవారు, ఒకే కంటితో చూస్తూ పనిచేయడం అలవాటు అయిన వారికి, ఈ రెండు కళ్ల దృష్టి సాధ్యపడదు. మిగతా వారు కూడా చాలాకాలం శ్రమ చేస్తేనే ఇది అలవాటవుతుంది. చిన్న పిల్లలకు మాత్రం చాలా త్వరగా పదిహేను నిమిషాల్లో ఈ దృష్టి అలవడుతుంది.)

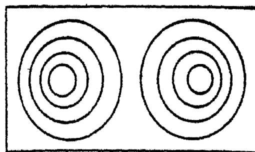
చిత్రం 123. రెండు చుక్కల మధ్య కొన్ని సెకండ్లపాటు తేరిచూస్తే చుక్కలు ఏకమయినట్టు కనిపిస్తాయి.



చిత్రం 123 తో మొదలు పెట్టండి. ఇందులో రెండు నల్లని చుక్కలున్నాయి. కొన్ని సెకండ్ల పాటు, వాటి మధ్య ఖాళీలోకి చూస్తూ, వెనకాల ఉండే ఊహా వస్తువును ఒకదాన్ని చూచే ప్రయత్నం చేయండి. అంటే లోతులోకి చూడాలన్నమాట. తొందరలోనే మీకు రెండు బదులు నాలుగు చుక్కలు కనబడతాయి. తర్వాత వెలుపలి వేపుండే రెండుచుక్కలు బయటకు ఊగిపోతాయి. లోపలి రెండు చుక్కలు చేరువయి కలిసిపోతాయి. ఇదే ప్రయత్నాన్ని చిత్రం 124, 125 లతో చేసి చూడండి. ఏదో పొడుగాటి గొట్టంలోంచి చూచిన భావన కలుగుతుంది.

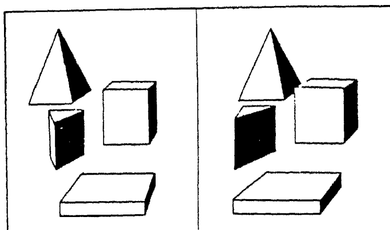


చిత్రం 124. దీన్ని కూడా అలాగే చూసి పక్క బొమ్మకేసి తిరగండి.



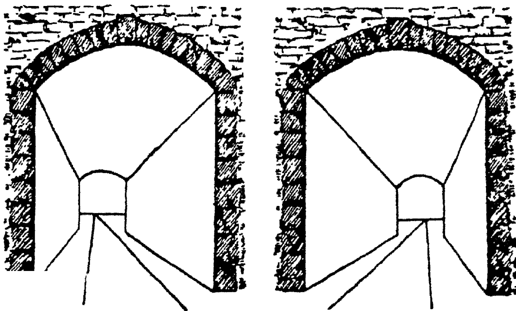
చిత్రం 125. ఈ రెండు బొమ్మలూ పైవిధంగానే చూస్తే అవి ఏకమయిన తర్వాత చాలా పొడుగైన గొట్టం లోపల చూసినట్టు తోస్తుంది.

చిత్రం 126 ను ఈ విధంగా చూస్తే అందులోని ఆకారాలు గాలిలో తేలియాడుతున్నట్లు కనబడతాయి. చిత్రం 127 లో పొడుగాటి వరండా, లేదా సొరంగం కనబడుతుంది. చిత్రం 128 లోని చేపల అక్వేరియంలో అద్దం పారదర్శకంగా కనబడుతుంది. చిత్రం 129 లో సముద్ర దృశ్యం లోతులతో కనబడుతుంది. (ఈ బొమ్మల క్రమం వాటిలోని వివరాలు క్లిష్టతతో బాటే ఉంది. మొదటి బొమ్మ సులువు. చివరిది చాలాకష్టం)

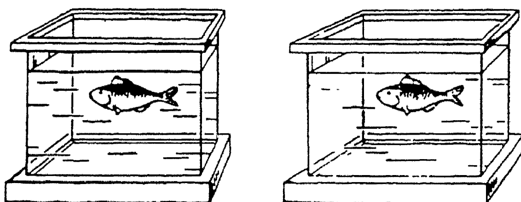


చిత్రం 126. ఈ నాలుగు రేఖా గణితాకార వస్తువులను కలిపి చూస్తే అవి గాలిలో తేలుతున్నట్టుంటాయి.

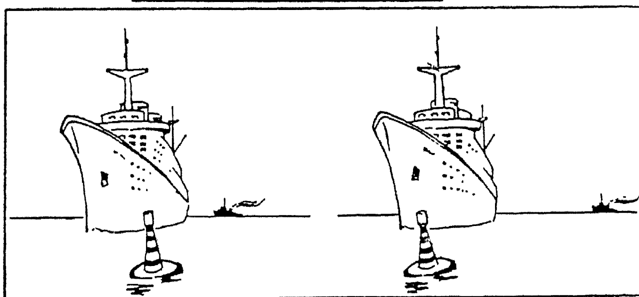
ఫలితాలను సాధించడం చాలా సులభం. నామిత్రులు చాలామంది ఈ కిటుకును, కేవలం కొంతపాటి ప్రయత్నం మీదే నేర్చుకున్నారు. కళ్లజోడు గలవారు వాటిని తీసేయాల్సిన అవసరం లేదు. వేరే చిత్రాలను చూచినట్లే వీటిని కూడా చూడవచ్చు. వాటిని ఎంతదూరంలో పట్టుకోవాలో ప్రయత్నం చేసి తేల్చుకోవాలి. వెలుతురు బాగా ఉండే చోట మీ ప్రయత్నాలు కొనసాగించాలి. ఇది చాలా ముఖ్యం.



చిత్రం 127. ఈ జంట బొమ్మలలో దీర్ఘమైన నడవ కనిపిస్తుంది.



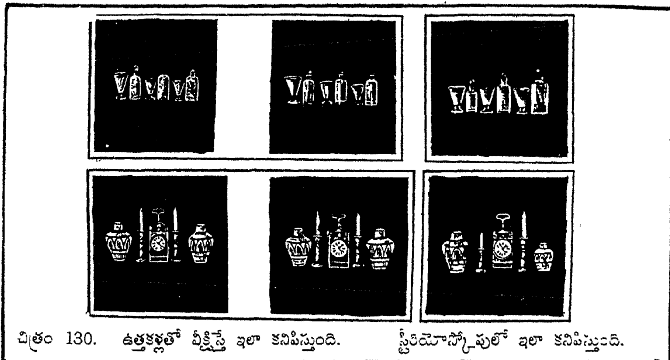
చిత్రం 128. అక్వేరియంలో చేప



చిత్రం 129. స్టీరియోస్కోపు చిత్రం సముద్ర దృశ్యం

ఇప్పుడిక మీరు స్టీరియోస్కోపిక్ జంట చిత్రాలను ఆ పరికరం లేకుండానే చూడవచ్చు. తర్వాత మీరు చిత్రం 130, 133 లలోని జంటబొమ్మలను చూడాలి. మరీ ఎక్కువ సేపు చూచి కళ్లకు శ్రమ కలిగించ కూడదు. కిటుకు అలవడక పోతే, దీర్ఘదృష్టి గలవారికి వాడే కటకాలను వాడి, మంచి స్టీరియోస్కోప్ తయారు చేసుకోవచ్చు. వాటిని పక్కపక్కనే ఒక అట్టమీద బిగించాలి. వాటి

లోపలి అంచులలోనుండి మాత్రమే మాడగలిగేట్లు ఉండాలి. జంటను ఒక పొరతో వేరు చేయాలి.



చిత్రం 130. ఉత్తకళ్లతో వీక్షిస్తే ఇలా కనిపిస్తుంది. స్టీరియోస్కోపులో ఇలా కనిపిస్తుంది.

ఒంటి కన్ను, రెండు కళ్లు :

చిత్రం 130 లో (ఎడమచేతి వైపు పై వరుసలో) మొత్తం రెండు ఫోటోలున్నాయి. వాటిలో మూడుమూడు సీసాలున్నాయి. ఆ సీసాలు ఒకే సైజులో ఉన్నట్లు కనబడుతున్నాయి. ఎంత బాగా చూచినా వాటి సైజుల్లో తేడా కనిపించదు. అయితే వాటిలో తేడా ఉంది. బాగా ఉంది కూడా. సీసాలు కంటినుంచి, లేదా కెమెరా నుంచి ఒకే దూరంలో అమర్చి లేవు గాబట్టి అలా కనబడుతున్నాయి. చిన్నసీసా నిజానికి పెద్ద సీసాకన్నా దగ్గరలో ఉంది. అయితే మూడింటిలో పెద్ద సీసా ఏది? ఎంత కళ్లు చించుకుని చూచినా తేడా మాత్రం తెలియదు. ద్వినేత్ర దృష్టినిగాని స్టీరియోస్కోపును గానీ వాడితే భేదం వెంటనే తెలిసిపోతుంది. అప్పుడు, ఎడమ చివరి సీసా ఎక్కువ దూరంలో ఉన్నట్లు, కుడిచివరలో దగ్గరగా ఉన్నట్లు తెలిసిపోతుంది. చిత్రంలో కుడి చివర ఫోటోలలో వాటి సరియైన స్థానాలు కనబడతాయి.

చిత్రం 130 లోనే కింది వరుసలో నున్న జంటచిత్రాలు మరింత చిక్కు సమస్యను చూపెడతాయి. జాడీలు, మైనపువత్తులు ఒకంతే ఉన్నట్లు కనబడుతున్నాయి కానీ, వాటిసైజుల్లో నిజానికి తేడాలున్నాయి. ఎడమవేపు జాడీ కుడి చివర దానికన్నా ఇంచుమించు రెండింతలు ఎత్తుఉంది. ఎడమవేపు కొవ్వొత్తి గడియారం కన్నా చాలా తక్కువ ఎత్తు ఉంది. ఇంకో కొవ్వొత్తి కూడా పొడవైనదే! ద్వినేత్ర దృష్టివల్ల వెంటనే దీనికి గల కారణం తెలుస్తుంది. వస్తువులు ఒకే వరుసలో లేవు. వేరు వేరు దూరాల్లో పేర్చి ఉన్నాయి. చిన్నవాటికంటే, పెద్దవి దూరంగా ఉన్నాయి. ఒంటి కంటి దృష్టికంటే, రెండుకళ్ల దృష్టిలో ఉండే లాభం దీనిద్వారా చాలా బాగా తెలుస్తుంది.

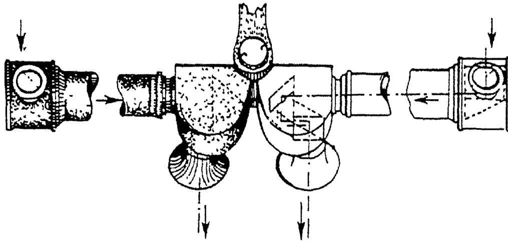
దొంగ రాతలను కనుగొనడం :

రెండు సమానమయిన నల్లని చదరాల చిత్రాలు, రెండు ఒకే రకంగా ఉండేవి, ఉన్నాయనుకోండి. వాటిని స్టీరియోస్కోప్‌లో చూస్తే ఒకే చదరంలాగ కనబడతాయి. కనిపించే చదరానికి, రెండు చదరాలు విడివిడిగా కూడా సమానంగానే ఉంటాయి. ఈ చదరాల మధ్యన గనుక ఒక తెల్లని చుక్క ఉంటే అది స్టీరియోస్కోపులోని చదరంలో కూడా కనిపిస్తుంది. ఆ రెండు చుక్కలలో ఒకదాన్ని, కొంచెం పక్కకు జరిపితే, అది కూడా స్టీరియోస్కోపులో కనబడుతుంది. కానీ చదరం మీద కాక కొంచెం ముందుకు లేదా వెనకకు కనబడుతుంది. బొమ్మలలో ఏ కొంచెం మార్పు ఉన్నా, అది స్టీరియోస్కోపులో లోతు రూపంలో కనబడుతుంది. ఈ విషయాన్ని ఆధారంగా దొంగ నోట్లను, సంతకాలను గుర్తించవచ్చు. దొంగనోట్లు ఎంత తెలివిగా తయారు చేసినవయినా, మంచి నోట్లతో బాటు స్టీరియోస్కోపులో పెట్టి చూస్తే భేదం సులభంగా తెలిసిపోతుంది.. ఎంత చిన్న భేదమయినా, లోతు మారి, కొట్టవచ్చినట్లు కనిపిస్తుంది. (19వ శతాబ్దపు మధ్యకాలంలో, డవ్, అనే వ్యక్తి చేత రూపొందించబడిన ఈ పద్ధతిని, ముద్రణలలో భేదం వల్ల అన్ని నోట్ల విషయంలోనూ, వాడడానికి, వీలు లేకుండా ఉంది. అయినా ఒక అచ్చుపుస్తకంలోని పేజీల ప్రూఫులు, కొత్తగా తయారు చేసిన వాటితో పోల్చి చూడడానికి కూడా ఈ పద్ధతిని వాడవచ్చు.)

రాక్షసి చూపు :

ఒక వస్తువు, చాలా దూరంగా, 450 మీటర్ల కన్నా ఎక్కువ దూరం ఉంటే, రెండు కళ్లలో ఏర్పడే వేరువేరు దృశ్యాల మధ్య భేదం ఏమాత్రం తెలియదు. అంటే స్టీరియోప్రభావం తెలియదని అర్థం. 450 మీటర్ల దూరంతో పోలిస్తే, మన రెండు కళ్ల మధ్యనుండే దూరం, (ఆరు సెం.మీ.) చాలా తక్కువ. అందుకే దూరంలోని భవనాలు, కొండలు, దృశ్యాలు అన్నీ మనకు చదునుగా కనబడతాయి. అందుకే గ్రహాలు, నక్షత్రాలు మొదలయినవన్నీ కూడా ఒకే దూరంలో ఉన్నట్లు అనిపిస్తుంది. నిజానికి మన నుండి చంద్రునికన్నా గ్రహాలు ఎంతో దూరం. వాటికన్నా నక్షత్రాలు మరెంతో దూరం. అంతదూరంలో ఉండే రెండు వస్తువులను కలిపి చిత్రీకరించినా వాటిలో 'రిలీఫ్' తెలియదు.

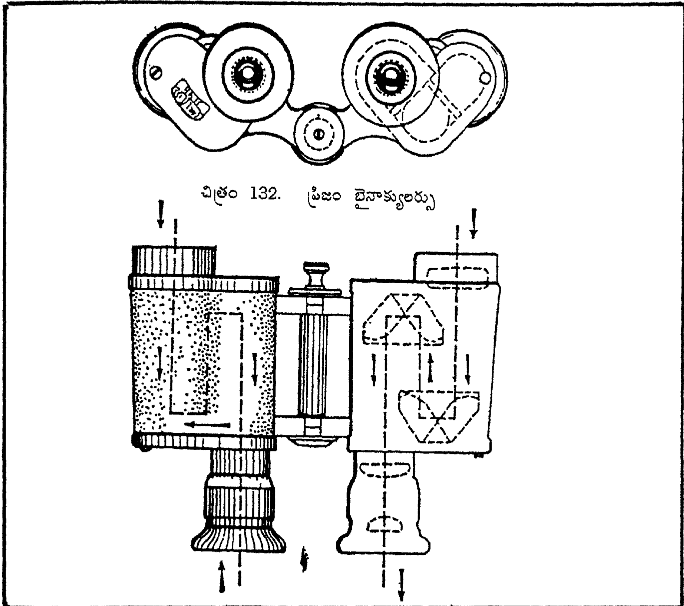
అయితే, అలా కనిపించేలా చేయడానికి ఒక సులభమార్గం ఉంది. దూరపు వస్తువులను, మన రెండు కళ్లకన్నా, ఎక్కువ దూరం దూరంగా ఉండే రెండు వేరువేరు చోట్లనుండి ఫోటో తీస్తే సరి! అప్పుడు, మనకళ్లు ఇప్పటిలా కాక, ఆ రెండు చోట్లంత దూరంలో ఉంటే ఎలాంటి భేదం కనిపించేదో అలా కనబడుతుంది. ప్రకృతిని స్టీరియోస్కోప్‌లో చిత్రించడానికి ఈ పద్ధతినే వాడుకుంటారు. దృశ్యాలను, పెంచి చూపగల, పట్టకాలలో నుండి చూస్తే ప్రభావం మరింత ఆశ్చర్యకరంగా ఉంటుంది.



చిత్రం 131. టెలిస్టీరియో స్కోపు

రెండు దుర్భిణీ యంత్రాలను, దూరదూరంగా అమర్చి చూస్తే, వాటిలో నుండి దృశ్యం యొక్క లోతు బాగా కనిపిస్తుందని మీరు ఊహించే ఉంటారు. 'టెలిస్టీరియో స్కోప్' అనే ఈ రకం పరికరంలో, రెండు టెలిస్కోపులు, మన రెండు కళ్లకన్నా ఎక్కువ ఎడంగా అమర్చి ఉంటాయి. పట్టకాల సాయంతో, రెండు దృశ్యాలు ఒకటయి కనిపించే విధంగా ఏర్పాటు చేస్తారు. (చిత్రం 131)

టెలిస్టీరియో స్కోపులోంచి చూచినపుడు కనబడే అసాధరణ దృశ్యాలను వర్ణించడానికి మాటలు చాలవు. ప్రకృతి అంతా మారిపోతుంది. దూరపు కొండలలో రిలీఫ్ వస్తుంది. అక్కడి లోతులు కనబడతాయి. కొండలు, చెట్లు, భవనాలు, సముద్రంలో దృశ్యాలు అన్నీ చదునుగా కాక లోతులతో సహా కనబడతాయి. దృశ్యాలన్నీ చదునుగా, నిర్జీవంగా కాక, అసలుగా కనబడతాయి. మామూలు టెలిస్కోపులో చూస్తే కదలనట్లు కనబడే ఓడలు, ఇందులో కదులుతూ కనబడతాయి. బహుశః రాక్షసులు ప్రపంచాన్ని ఇలాగే చూచి ఉంటారేమో? ఈ పరికరానికి పదింతల పెంచి చూపే శక్తి, రెండు కటకాల మధ్యన దూరం, మన రెండు కళ్ల మధ్యకన్నా, అరింతలు ఎక్కువగా ($6.5 \times 6 = 39$ సెం.మీ.) ఉన్నట్లయితే, రిలీఫ్ లోతుల వివరాలు అరవై రెట్లు పెరిగి కనబడతాయి. మామూలు కంటి చూపుకు, ఈ దృశ్యానికి ఎంతో భేదం ఉంటుంది. 25 కిలో మీటర్ల దూరంలో ఉండే వస్తువులు కూడా రిలీఫ్‌లో కనబడతాయి. భూములు కొలిచే వారికి, సముద్ర యాత్రలకు, ప్రయాణికులకు, తుపాకీ పేల్చే వారికి, ఈ పరికరం ఒక వరం వంటిది. జైస్ వారి పట్టకపు బైనాక్యులర్లలో కూడా దృశ్యం ఈ విధంగానే కనబడుతుంది. వాటిలోని కటకాలు, మన రెండు కళ్లకన్నా ఎక్కువ దూరదూరంగా ఉండడమే ఇందుకు కారణం. (చిత్రం 132) మామూలు బైనాక్యులర్లలో కటకాలు ఇలా దూరంగా ఉండవు. నృత్యనాటికలను చూచినపుడు,



చిత్రం 132. ప్రిజం బైనాక్యులర్సు

అక్కడి అలంకరణ, సెట్టింగులు, అనుకున్న రీతిలో కనబడాలని 'ఒపెరాగ్లాసెస్' లో కూడా ఇలాగే మనకళ్లకన్నా దగ్గరగా ఏర్పాటు చేసిన కటకాలు ఉంటాయి.

స్టీరియోస్కోపులో విశ్వం :

స్టీరియో టెలిస్కోపుతో చంద్రుడిని, లేదా మరేదయినా, గృహాన్ని పరిశీలించినా అందులో 'రిలీఫ్' కనబడిన భావన కలగదు. అవి మన నుండి ఉండే దూరం ఈ రకం పరికరాలకు కూడా లొంగేది కాకపోవడం వల్ల ఇలా జరుగుతుంది. అది సహజమే. భూమి నుండి ఇతర గ్రహాల మధ్యగల దూరంతో పోలిస్తే ఈ పరికరంలో రెండు కటకాల మధ్య నుండే 30–50 సెం.మీ.ల దూరం ఒక లెక్కలోది కాదు. ఈ 'టెలిస్కోపులను' ఒక దానినుంచి మరొకటి వందల కిలో మీటర్ల దూరంలో అమర్చి చూచినా, లోతులు కనబడవు. గ్రహాల మధ్యన దూరం లక్షల, కోట్ల కి.మీ.లలో ఉంటుంది మరి !

ఇక్కడ స్టీరియో స్కోపిక్ ఫోటోగ్రఫీని వాడుకుంటే ఫలితముంటుంది. ఒక గ్రహాన్ని ఈ రోజు ఒక సారి ఫోటో తీసి, మళ్లీ రేపు మరొక ఫోటో తీశామనుకోండి. రెండు ఫోటోలు భూమి మీద ఒకే చోటినుండి తీసినవయి ఉండొచ్చు. 24 గంటల కాలంలో భూమి తన కక్ష్యలో కొన్ని లక్షల కిలోమీటర్లు కదిలి ఉంటుంది

గాబట్టి, ఈ ఫోటోలు సౌరమండలంలో రెండు వేరువేరు చోట్ల నుండి తీసినట్లే లెక్క. కాబట్టి ఈ రెండూ ఒకే విధంగా ఉండవు. స్టీరియోస్కోపులో చూస్తే అవి 'రిలీఫ్' భావనను కలుగజేస్తాయి. అంటే భూమి తన కక్ష్యలో తిరుగుతూ ఉండడం వల్ల మనకు, అంతరిక్షంలోని వివిధ వస్తు జాలాన్ని ఇలాంటి ఫోటోలుగా తీయడం వీలయిందన్నమాట.

అంగాగక, గురు గ్రహాల మధ్యప్రాంతంలో ఉండే అంగారకశిలల ఉనికిని తెలుసుకునేందుకు స్టీరియోస్కోపును వాడుతున్నారు. ఇటువంటి అస్టరాయిడ్‌లను చూడగలగడం ఇటీవలి వరకు ఖగోళ పరిశీలకులు 'అదృష్టం' గా భావించేవారు. ఇప్పుడు మాత్రం ఆ ప్రాంతాన్ని రెండు వేరువేరు సమయాలలో ఫోటోలు తీసి వాటి ఉనికిని కనుగొంటారు. అస్టరాయిడ్ ఉంటే, అది స్టీరియోస్కోపులో "చొచ్చుకు వచ్చినట్లు" కనబడుతుంది.

ఖగోళ విశేషాల స్థానాలనే కాకుండా, ఆయా గ్రహాల వెలుగులలో ఉండే తేడాను కూడా ఈ పద్ధతితో గుర్తించవచ్చు. కాంతి మారుతూ ఉండే కొన్ని రకాల నక్షత్రాలను క్రమంగా గమనించడానికి ఈ విధానం ఎంతో ఉపకరిస్తుంది. కాంతిలో భేదం వచ్చిన మరుక్షణం అది స్టీరియోస్కోప్‌లో తెలిసిపోతుంది.

మూడో కంటి చూపు :

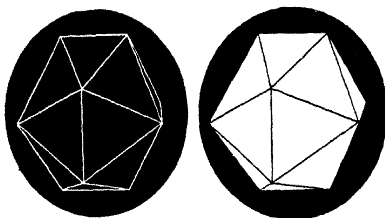
మూడు కళ్లతో చూడడం అనగానే నేనేదో నోరిజారి అన్నట్లున్నాను అనుకోకండి. నిజంగా మూడుకళ్లతో చూడడం గురించే నేను చెప్పేది! అయితే అదెలా సాధ్యం? మనకు మూడవ కన్ను అమర్చుకోవచ్చా?

మూడవ కన్ను పెట్టడం ఏసైన్సువల్లాకాదు. అయితే ఒక వస్తువును మూడు కళ్లతో చూస్తే ఎలా కనబడుతుందో అలా చూడగలిగే వింతశక్తిని మాత్రం కలుగజేయ గలుగుతాం. ముందుగా మరో విషయం, ఒకే కన్నుగల వ్యక్తి, తన జీవితంలో ఎప్పుడూ చూడలేని రిలీఫ్, లోతుల వివరాలను స్టీరియోస్కోపిక్ చిత్రాలలో చూడవచ్చు. ఇలా చూడ గలగాలంటే, మాములు వ్యక్తి ఒకేసారి తన రెండుకళ్లతో, ఒక దృశ్యాన్ని చూచే రెండు వేరు వేరు రూపాలను, ఫోటోలుగా, తెరమీద వెంటవెంటనే చూపించాలి. ఇలా వెంటవెంట చూచిన దృశ్యాలు కూడా, ఒకే సారి చూచిన వాటిలాగే కలిసిపోతాయి గాబట్టి, ఫలితం ఒకేలా ఉంటుంది. (సినిమాలలో, లోతులు ఒక్కోసారి చాలా బాగా రిలీఫ్‌లో కనబడడానికి, ఇంతకు ముందు చెప్పుకున్నవే గాక, ఇది కూడా ఒక కారణం అయిఉండవచ్చు. సినీకెమెరా ఒక క్రమమయిన వేగంతో కదిలితే, దృశ్యాలు ఒకే విధంగా ఉండడానికి వీలులేదు. అవి ఒక దాని తర్వాత మరొకటి కనబడతాయి గాబట్టి, అవి మనకు 3 – D లో అంటే, పొడవు, వెడల్పులతో బాటు లోతులతో సహా కనబడతాయి.)

అలాంటప్పుడు, మామూలు మనిషి, ఒక కంటితో ఈ రకం వెంటవెంటవచ్చే.

రెండు దృశ్యాలను చూస్తూ మూడవ కోణం నుంచి తీసిన మూడవ ఫొటోను, రెండవ కంటితో చూడ వచ్చుగదా! అంటే స్టీరియోస్కోపిక్ ఫొటోల 'జంట' మాత్రమేగాక, 'త్రయం' అన్నమాట. అలా చూడడం వీలవుతుంది. ఒక కంటికి ఒకే దృశ్యం రిలీఫ్‌లో కనిపిస్తుంది. రెండు చిత్రాలను ఒకదానివెంటనే మరొకటి చూడడం వల్ల ఈ ప్రభావం కలుగుతుంది. రెండవ కన్ను మూడవ ఫొటోను చూస్తుంది. ఈ రకమయిన మూడుకళ్ల చూపుతో, దృశ్యాలలో రిలీఫ్ అంతులేకుండా పెరుగుతుంది.

స్టీరియోస్కోపిక్ తళతళ :



చిత్రం 133. స్టీరియో స్కోపులో కనిపించే తళతళ. స్టీరియోస్కోపులో చూస్తే నల్లని బాక్‌గ్రౌండ్‌మీద తళతళా మెరిసే స్ఫటికం కనిపిస్తుంది.

చిత్రం 133 లో స్టీరియోస్కోప్ జంట చిత్రాలలో ఒక బహుముఖ ఆకారం ఉంది. ఒకటి నల్లని వృత్తంలో తెలుపు రంగులో ఉంటే, మరోటి నలుపురంగులో ఉంది. ఇది స్టీరియోస్కోప్‌లో ఎలా కనబడతాయి? హెల్మ్ హోల్ట్జ ఇచ్చిన సమాధానం! ఇలా ఉంది. స్టీరియోస్కోపిక్ జంట చిత్రాలలో, ఒక తలం ఒకదాంట్లో తెలుపుగాను, మరో దాంట్లో నలుపుగానూ ఉంటే, అవి అచ్చేసిన కాగితం ఎలాగున్నా, రెండు కలిసి, స్టీరియోస్కోప్‌లో తళతళలాడుతూ కనబడతాయి. స్ఫటికాల చిత్రాలను ఇలా గీసి చూడడం వల్ల గ్రాఫైట్ తళతళలాడుతూ కనబడే ఏర్పాటు చేస్తారు. నీటి తళతళ, ఆకుల మెరుపు ఇటువంటివన్నీ, స్టీరియోస్కోపిక్ పద్ధతిలో ఇలా గీసి, అందంగా కనబడేట్లు చేస్తారు.

రష్యన్ శరీరధర్మశాస్త్రజ్ఞుడు సెషినోవ్ 1867లో ప్రచురించిన 'దృష్టి' అనే పుస్తకంలో ఈ విధానం గురించిన అద్భుతమయిన వివరణ ఉంది. ఆ పుస్తకం పాతదయినా పనికి రాకుండా మాత్రం పోలేదు.

"వేరువేరు వెలుగులు, లేదా రంగుల తలాలను, స్టీరియోస్కోప్‌లో కలిపి చూసే ప్రయోగాల వల్ల, మనం వస్తువులను మామూలుగా తళతళలాడుతూ చూచే పరిస్థితులే

ఏర్పడతాయి. తళతళలాడే తలం, మామూలు దానికన్నా ఎలా వేరుగా కనబడుతుంది? మామూలు వస్తువులు, కాంతిని పరావర్తనం చెందిస్తాయి, లేదా చెదరగొడతాయి. కాబట్టి ఎటునుండి చూచినా ఒకే రకమయిన వెలుగుతో కనబడతాయి. అయితే తళతళలాడే వస్తువుల తలం నుండి కాంతి ఏదో ఒక ప్రత్యేక దిశలో మాత్రమే పరావర్తనం అవుతుంది. అందుకే ఆ వస్తువులు ఒక కంటికి ఒకలా కనబడితే మరో కంటికి మరోలా కనబడతాయి. స్టీరియోస్కోపులో నలుపు, తెలుపు రంగులను కలిపి చూస్తే కూడా, ఇవే పరిస్థితులు ఏర్పడతాయి. కాంతి వస్తువుకు, రెండు కళ్లకు మధ్యన ఒకే విధంగా విస్తరించని సందర్భంలో, మెరిసే వస్తువులను చూచే సందర్భాలు, ఎలాగూ ఉంటాయి. ఈ రకమయిన వేరువేరు దృశ్యాలు, ఒకటయిన, అనుభవమే, స్టీరియోస్కోపిక్ తళతళకు దారి తీస్తాయి. చూపుకు అలవాటుబడిన కళ్లు, ఈ తేడాను, ఒక అలవాటయిన పరిస్థితిగానే గుర్తించిన మరుక్షణం, రెండు వేరువేరు రకాల దృశ్యాల మధ్య భేదం మాయమవుతుంది."

కాబట్టి, వస్తువులు తళతళలాడుతూ కనబడడానికి గల కారణం, కనీసం వాటిలో ఒక కారణం, రెండు కళ్లలో ఏర్పడే దృశ్యాలలో వెలుగు వేరువేరుగా ఉండడమేనని చెప్పవచ్చు. స్టీరియోస్కోప్ లేకుంటే మనం ఈ విషయాన్ని ఊహించగలిగే వాళ్లం కాదు!

రైలు కిటికీలోంచి చూడడం :

ఒకే వస్తువు యొక్క వేరువేరు చిత్రాలు, ఒకదాని తర్వాత ఒకటి త్వరత్వరగా కనబడితే, రిలీఫ్ కనబడుతుందని ఇంతకు ముందే గమనించాము. మనం స్థిరంగా ఉండి బొమ్మలు మారుతున్నప్పుడు మాత్రమే ఇలా జరుగుతుందా? దృశ్యాలు నిశ్చలంగా ఉండి మనం కదులుతున్నా ఇలాగే కనబడుతుందా? రెండు సందర్భాలలోనూ ప్రభావం ఒకే విధంగా కనబడుతుంది. రైలులోనుంచి తీసిన సినిమాభాగాలలో, లోతులు, బాగా కనిపించడం కొందరు గమనించి ఉంటారు. మనం కూడా రైలులో, కారులో వేగంగా పోతున్నప్పుడు దృష్టిమీద కొంచెం ధ్యాస ఉంచితే, దృశ్యాలను లోతులతో, రిలీఫ్‌లో చూడవచ్చు. అలా కనిపించిన ప్రకృతి దృశ్యాలలో దగ్గరి అంశాలు, దూరపు వివరాలు విడివిడిగా, వివరంగా కనబడతాయి. నిశ్చలంగా ఉండే కళ్లు వస్తువుల లోతులు, మందాలను 450 మీటర్ల దూరం వరకే చూడగలుతాయి. కానీ వేగంగా కదిలే కళ్లకు ఈ దూరం పెరుగుతుంది.

అందుకే రైలులోంచి చూస్తే ప్రకృతి మరింత అందంగా కనబడుతుంది. దూరాన ఉండే వస్తువులు నిజంగా దూరంగా కనబడతాయి. ముందరి దృశ్యాలు మరింత వివరంగా కనబడతాయి. అడవిలో ప్రయాణిస్తుంటే, ప్రతి చెట్టు, కొమ్మ, ఆకు, స్టీరియోస్కోపిక్ పద్ధతిలో వివరంగా కనిపిస్తాయి. మామూలుగానయితే, ఇవన్నీ ఒకే దూరంలో ఉన్నట్లు చదునుగా కనబడతాయి. కొండదారిలో వేగంగా పోతుంటే కూడా ఇలాగే ఉంటుంది. కొండలు, లోయల ఎగుడు దిగుళ్లు మరింత బాగా కనబడతాయి.

వరుసగా త్వరత్వరగా కనబడే చిత్రాలు, కలిసిపోయి, రిలీఫ్‌లో కనబడే పద్ధతే ఇది కూడా. కాబట్టి ఒకే కన్నుగల వారు కూడా ఇటువంటి దృశ్యాలలో రిలీఫ్‌ను గ్రహించి ఆనందించ గలుగుతారు. (మలుపు తిరుగుతున్న రైల్లోంచి తీసిన చిత్రాలలో కలిగే స్టీరియో ప్రభావానికి కూడా ఇదే కారణం. చిత్రంలోని వస్తువు, మలుపు వ్యాసార్ధంలో ఉంటే ఈ ప్రభావం బాగా కనిపిస్తుంది. ఈ 'ట్రాక్ ప్రభావం' కెమెరామెన్‌లకు బాగా తెలుసు).

ఈ వివరాలను బేరీజువేసి చూడడం ఎంతో తేలిక. రైలు, కార్లలో ప్రయాణించేటప్పుడు మన దృష్టి శక్తి గురించి పట్టించుకుంటే చాలు. వందసంవత్సరాల క్రితం 'డవ్' తెలియజేసిన మరొక, ఆశ్చర్యకరమయిన పరిస్థితిని కూడా మనం గమనించవచ్చు. దగ్గరలో క్షణకాలం మాత్రమే కనబడే వస్తువులు, చిన్నవిగా ఉన్నట్లు అనిపిస్తాయి. (మరిచిపోయిన సంగతి కూడా మనకు కొత్తదిగానే అనిపిస్తుంది!) ఇలా జరగడానికి కారణం, రెండుకళ్లలో దృశ్యం వేరువేరుగా ఏర్పడడం మాత్రం కాదు. మనకు దూరాలను ఊహించడం చేతగాదు. దగ్గరగా ఉండే వస్తువు, మామూలుకన్నా చిన్నదిగా ఉండాలని, అలా ఉంటేగాని మనకది పెద్దదిగా కనిపించదని మన మెదడు అనుకుంటుంది. (ఇది హెల్మ్‌హోల్ట్జ్ ఇచ్చిన వివరణ).

రంగుటద్దాల గుండా :

తెల్లని కాగితం మీద ఉండే ఎరుపు రంగు అక్షరాలను, ఎర్రని అద్దంలోంచి చూస్తే, అక్షరాలు కనబడవు. కాగితం ఎర్రగా కనబడుతుంది. అక్షరాలు కాగితం రంగుతో కలిసి పోతాయి. అదే ఎరుపు అద్దంతో తెల్లకాగితం మీద, నీలం అక్షరాలను చూస్తే, అవి నలుపుగా కనబడతాయి. కాగితం ఎరుపుగా అగుపిస్తుంది. అక్షరాలు నలుపుగా ఎందుకు కనిపిస్తాయి? వివరణ చాలా సులువే. నీలిరంగు కిరణాలు ఎర్రని అద్దం గుండా ప్రసరించవు. అందులోంచి కేవలం ఎర్రని కిరణాలు మాత్రం పోతాయి గాబట్టి అది ఎర్రని అద్దం. కాబట్టి నీలిరంగు బదులు, ఏ కాంతి లేకుండా, అంటే చీకటిగా, అంటే నలుపుగా అక్షరాలు కనబడతాయి.

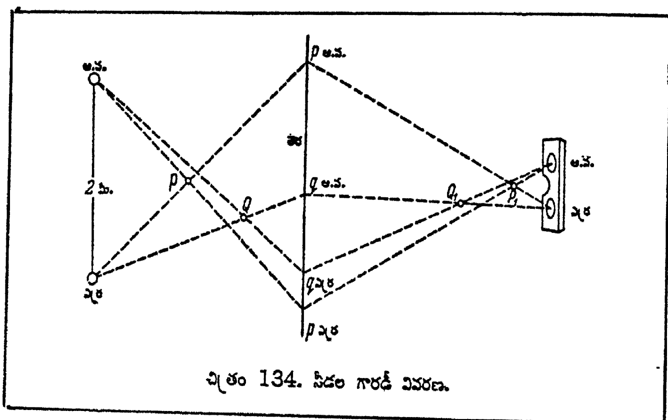
రంగుటద్దాలకు గల ఈ లక్షణం ఆధారంగా, స్టీరియోస్కోపిక్ చిత్రాలవలె కనబడే, 'అనాగ్లిఫ్' చిత్రాలను తయారు చేస్తారు. ఇందులో కూడా, కుడి, ఎడమ కళ్లకు కనబడే వేర్వేరు దృశ్యాలను ఒకదాని మీద మరొకటి అచ్చువేస్తారు. వాటిని ఒకటి ఎరుపుగా, మరొకటి నీలంగా అచ్చు వేస్తారు.

వేరువేరు రంగుల అద్దాలలోనుండి చూస్తే ఈ అనాగ్లిఫ్ బొమ్మలు, స్టీరియో బొమ్మలలాగే, మూడు కొలతలలో (లోతుతో బాటు), నలుపురంగులో కనబడతాయి. కుడికన్ను ఎరుపు అద్దం గుండా, నీలం బొమ్మను చూస్తుంది. అది నలుపులో కనిపిస్తుంది. ఎడమకన్ను అదే బొమ్మలోని ఎరుపు గీతలను, నీలం అద్దంలోంచి, నలుపుగా చూస్తుంది. రెండు కళ్లు, వాటి వాటికి ఉద్దేశించిన ఒక బొమ్మను మాత్రమే చూస్తాయి. ఇక్కడ కూడా స్టీరియోస్కోప్‌లో జరిగినట్లే జరిగింది

గాబట్టి ఫలితం అదే విధంగా ఉంటుంది. అంటే బొమ్మలో లోతులున్న భావన కలుగుతుంది.

వింత నీడలు :

ఒకనాడు సినిమా హాళ్లలో చూపించిన వింత నీడలు కూడా ఈ సూత్రం మీద ఆధారపడినవే. రంగుటద్దాలలోంచి చూచే ప్రేక్షకులకు, తెరమీద కదులుతూ కనబడే నీడలు, త్రీ డైమన్షన్ చిత్రాల వలె కనబడేవి. ఇక్కడ కూడా రెండు రంగులను వాడడం ద్వారానే ఈ ప్రభావాన్ని సాధించారు. నీడను కలిగించే వస్తువును. నీలం, ఎరుపురంగు దీపాలు, ఒకవైపు, తెర మరొకవైపు ఉండేలా మధ్యలో అమర్చేవారు. దీని వల్ల తెరమీద ఇంచుమించు ఒకదాని మీద మరొకటి రెండు రంగుల నీడలు పడతాయి. అవే రంగుల అద్దాలలోంచి చూచేవారికి నీడలు లోతులతో కనబడతాయి.



చిత్రం 134. నీడల గారడీ వివరణ.

ఈరకంగా బొమ్మలు కనబడితే చాలా వినోదంగా ఉంటుంది. వస్తువులు మనమీదకు ఎగిరి వస్తున్నట్లు అనిపిస్తుంది. అదిరిపోయి, ఎగిరిపడే పరిస్థితి వస్తుంది. ఇందుకు కావలసిన పరికర సముదాయం చాలా తక్కువ. చిత్రం 134 చూస్తే వివరాలు తెలుస్తాయి. ఈ చిత్రంలో G, R అనేవి ఆకుపచ్చ, ఎరుపు దీపాలు (ఎడమ ప్రక్కన); P, Q లు దీపాలకు, తెరకు మధ్య ఉంచిన వస్తువులు, p^G, q^G, p^R, q^R అనేవి తెరమీద పడిన, నీడలు. P, Q అనే చోట రంగుటద్దాల లోంచి చూచేవారికి ఈ నీడలు కనబడతాయి. తెరవెనుక ఉండే సాలీడు బొమ్మను Q నుండి P కి, జరిపితే, ప్రేక్షకుడికి, అది Q_1 నుండి P_1 వేపుకు పాకుతూ కదులుతున్నట్లు అనిపిస్తుంది.

తెరవెనక వస్తువును, తెరనుండి, దీపం వేపుకు కదిలించిన కొద్దీ, నీడ పెద్దదవుతుంది. ప్రేక్షకుడికి, అది తనకు దగ్గరగా వస్తున్నట్లు భావన కలుగుతుంది.

ప్రేక్షకుడు తనకేసి దూసుకు వస్తున్నాయనుకునేవన్నీ, తెరకు మరోవైపుకు, వ్యతిరేకంగా పోతుంటాయి. అంటే వెలుగుకు దగ్గరగానన్నమాట!

రంగుల గారడీ :

ఈ సందర్భంలో లెనిన్‌గ్రాడ్‌లోని వినోదపు పార్కులో వినోదంకోసం విజ్ఞానం పేరిట ఏర్పాటు చేసిన ప్రదర్శనలోని కొన్ని ప్రయోగాలను వర్ణించడం, సమంజసమని నా అభిప్రాయం. ప్రదర్శనలోని ఒక మూలను ఒక గదిలాగ అమర్చారు. అందులోని ఫర్నిచరు కంతా ముదురు నారింజ రంగు తొడుగులు వేశారు. బల్లమీద ఆకుపచ్చ గుడ్డ పరిచారు. దాని మీద ఒక గాజు పాత్రలో క్రాన్ బెర్రీ పళ్లరసం, ఒక పూలజాడీలో కొన్ని పూలు ఉంచారు. ఒక షెల్ఫునిండా పుస్తకాలున్నాయి. వాటి బైండుల మీద రంగురంగుల అక్షరాలున్నాయి.

గదిలో ముందుగా మామూలు తెల్లని లైటు వెలుగుతూ ఉండగా ప్రేక్షకులు వచ్చి చూస్తారు. ఆ లైటును ఆర్పి, ఒక ఎర్రని బల్బును వెలిగించగానే, కుర్చీలు, బల్లల మీద తొడుగులన్నీ, గులాబీ రంగులోకి మారిపోతాయి. టేబుల్ క్లాత్ ఉదారంగు అవుతుంది. ఈలోగా పాత్రలోని రసం రంగును కోల్పోయి, ఉట్టి మంచినీళ్లలాగే కనిపిస్తుంది. వేజ్‌లోని పూలు కూడా రంగులు మారి వేరుగా కనబడతాయి. పుస్తకాల మీది కొన్ని అక్షరాలు, విచిత్రంగా మాయమవుతాయి. మరో మీట నొక్కితే ఈ లైటు ఆరిపోయి, ఆకుపచ్చ బల్బు వెలుగుతుంది. గది మొత్తం మరోమారు గుర్తించలేనంతగా మారిపోతుంది.

ఈ గారడీ, న్యూటన్ యొక్క రంగుల సిద్ధాంతాన్ని రుజువు చేస్తుంది. ఏ తలమయినా, అది పీల్చుకునే రంగుగాక, చెదరగొట్టే రంగులోనే కనబడుతుంటుందనేది అతని సిద్ధాతం. ఈ విషయాన్ని న్యూటన్ సహదేశీయుడు, ప్రఖ్యాత బ్రిటిష్ భౌతిక శాస్త్రవేత్త జాన్ 'టిండల్ ఈ రకంగా వివరిస్తారు.

"చీకటి గదిలో ఉంచిన ఆకుల మీద, తీవ్రమయిన తెల్లని కాంతిని ప్రసరింపజేస్తూ, అందులోకి వంగపండు, రంగుగల అద్దాన్ని, అడ్డుపెడుతూ, తీస్తూ ఉంటే, వాటిరంగు ఆకుపచ్చనుంచి ఎరుపుకు, తిరిగి ఆకుపచ్చకు మారుతూ ఉండడం, నిజంగా ఆశ్చర్యకరం. అది, ఆకులు కాంతిని గ్రహించడం వల్ల జరుగుతుంది."

ప్రదర్శనగది బల్లమీది, ఆకుపచ్చగుడ్డ, తన మీదపడ్డ కాంతిలోని మిగతా రంగులన్నింటినీ పీల్చుకుని, ఆకుపచ్చ, దానికి చేరువయిన ఛాయలను మాత్రం చెదరగొడుతుంది. ఈ గుడ్డ మీద, వంగపండు రంగు, ఎరుపు రంగులకు కలిపిన కిరణాలు పడితే, అది ఎరుపును ఇంచుమించు మొత్తంగా గ్రహించి, వంగ రంగును చెదరగొడుతుంది. కాబట్టి ఊదాగా కనబడుతుంది? గారడీ గదిలోని రంగుల మార్పుల వెనకగల రహస్యం అంతా ఇంతే!

అయితే, పాత్రలోని పండ్లరసం, రంగుపోయి, నీళ్లలా ఎందుకు కనబడుతుంది? ఆకుపచ్చ టేబుల్‌గుడ్డ మీద, పాత్ర కింద ఒక తెల్లని కాగితం ఉంటుంది. ఆ

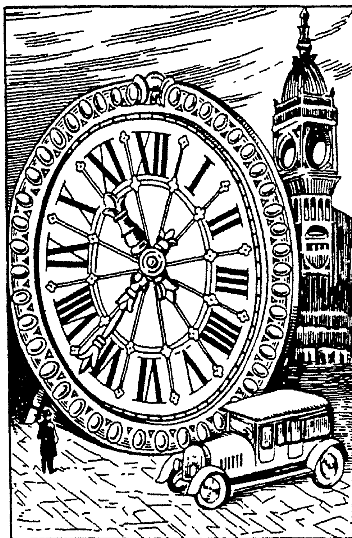
కాగితాన్ని తీస్తే రసం మళ్లీ ఎరుపుగానే కనబడుతుంది. ఎరుపురంగు వెలుగులో రసం, తెల్లకాగితం వల్ల తన ఎరుపు రంగును కోల్పోయినట్లు కనిపిస్తుంది. కాగితం కూడా ఎరుపవుతుంది. అయినా మనం అలవాటు కొద్దీ, అది ఇంకా తెల్లగానే ఉందనుకుంటాం. గుడ్డ రంగు కూడా ఇలా అనుకోవడానికి కొంత కారణం. రసం కూడా కాగితంలాగే ఎరుపుగా ఉంటుంది. కానీ, కాగితం తెలుపు అని మనం అనుకుంటూ ఉంటాం. కాబట్టి రసం కూడా తెలుపుగా, ఉందనిపిస్తుంది. అది నీటిలాగా కనబడుతుంది. మనం మన పరిసరాలను రంగుటద్దాలలోంచి చూస్తే ఇదే ప్రభావం చూడగలము.

పుస్తకం ఎంత ఎత్తు?

మీ మిత్రుడి చేతిలో ఒక పుస్తకం ఉంది. దాన్ని నిలువుగా నేలమీద నిలబెడితే, ఎంత ఎత్తు ఉంటుందో గోడ మీద చేతితో చూపమనండి. ఇందులో అతను తప్పకుండా తప్పు చేస్తాడు. పుస్తకం బహుశః అతను చూపే ఎత్తులో సగానికి సగం ఉంటుంది. ఈ జవాబును, క్రిందకు వంగకుండా, కేవలం మాటలతో సూచిస్తూ, గోడమీద, నేలనుండి ఫలానా గుర్తుదాకా అని ఉజ్జాయింపు చెప్పమనండి. ఆ ఎత్తును గోడమీద సూచించడానికి మీరు సాయం చేయండి. ఈ పరీక్షను, టేబుల్ ల్యాంప్, మరేదయినా వస్తువుతో కూడా ప్రయత్నించండి. అయితే ఆ వస్తువులు మనం తరుచు అలవాటు కొద్దీ, కంటి ఎత్తులో చూచేవయి ఉండాలి. ఇందులో తప్పు చేయడానికి కారణం, పక్కమీదుగా చూచినపుడు వస్తువుల ఎత్తు తగ్గినట్లు అనిపించడమే.

గడియారం డయల్ :

మన తలకంటే చాలా ఎత్తులో ఉండే వస్తువులు, ఉదాహరణకు క్లాక్ టవర్‌ల మీద గడియారాల పరిమాణాన్ని అంచనా వేసేటప్పుడు కూడా, మనం తరుచు ఇటువంటి పొరపాట్లే చేస్తాము. ఈ గడియారాలు చాలా పెద్దవని మనకు తెలుసు. అయినా వాటి అంచనా మాత్రం చాలా చాలా తక్కువగా చేస్తాము. లండన్‌లోని వెస్ట్ మినిస్టర్ గోపురం మీది గడియారాన్ని దింపి రోడ్డు మీద పెడితే ఎలాగుంటుందో చిత్రం 135 లో చూడవచ్చు. మామూలు మనుషులు, దాని ముందు మరుగుజ్జుల్లాగ కనిపిస్తారు. నమ్మితే నమ్మండి, లేదా నమ్మక పోండి, ఇంత గడియారం, బొమ్మలో వెనక కనబడే గోపుర స్తంభంలోని రంధ్రంలో ఇముడుతుంది!

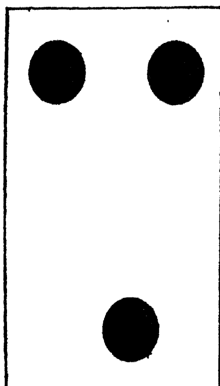


చిత్రం 135. వెస్ట్‌మినిస్టర్ గడియారం డయల్ ప్రమాణం

నలుపు - తెలుపు :

చిత్రం 136 ను దూరం నుండి చూస్తూ, అందులోని క్రింది నల్ల చుక్కకు, పై వాటిల్లో ఒక దానికి మధ్య, మరెన్ని చుక్కలు పడతాయో చెప్పండి. నాలుగు, అయిదు వస్తాయా? 'అయిదు రాక పోవచ్చుగానీ, నాలుగు పట్టే చోటు తప్పకుండా ఉంది' అంటారనుకుంటాను. మళ్లీ ఒక సారి నమ్మండి, నమ్మకపోండి, ఆ జాగాలో సరిగ్గా మూడు చుక్కలకు మాత్రమే చోటు ఉంది. ఒకటి కూడా ఎక్కువ రాదు. కావాలంటే మీరే పరీక్షించండి. తెలుపు భాగాలకన్నా, నలుపువి చిన్నవిగా అనిపించే ఈ రకం భ్రమను 'ఇరేడియేషన్' అంటారు. మనకన్ను, దృష్టి పరికరంగా అన్ని దృష్టి అవసరాలను సంపూర్తిగా పూరించలేదు. ఈ లోపం వల్లనే ఇరేడియేషన్ వస్తుంది. కెమెరాను సరిగా ఫోకస్ చేసినపుడు, దాని తెరమీద చిత్రాలు వచ్చినంత స్ఫుటంగా, అంత నిర్దుష్టమయిన అంచులు కలిగిన బొమ్మలు మన కంటిలో ఏర్పడవు. 'గోళ దోషం' అనే ఒక ప్రక్రియ వల్ల వెలుగుతూ కనబడే ప్రతి ప్రాంతం చుట్టు, వెలిగే అంచు ఒకటి కనబడి, దాని ఆకారాన్ని పెంచి చూపుతుంది. అందుకే నల్లని భాగాలు, అంతే పరిమాణం గల తెల్లని భాగాలకన్నా చిన్నవిగా కనబడతాయి.

మహాకవి గోథే, తన 'రంగుల సిద్ధాంతం' లో ఈ విషయం గురించి ఈ

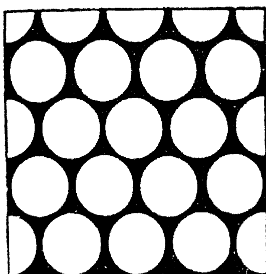


చిత్రం 136. కింది చుక్కకు, ఎగువ చుక్కలలో ప్రతి ఒక దానికి మధ్యగల ఖాళీపై చుక్కల వెలుపలి అంచుల మధ్యగల దూరం కంటె చాలా హెచ్చుగా కనబడుతుంది, కాని వాస్తవానికి ఒకటే

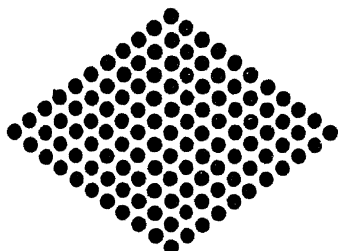
విధంగా చెప్పాడు. (అతను మంచి ప్రకృతి పరిశీలకుడే, కానీ భౌతిక శాస్త్ర విజ్ఞత తక్కువ!)

"ముదురు రంగు వస్తువులు, అదే పరిమాణం గల లేతరంగు వాటికన్నా చిన్నవిగా కనిపిస్తాయి. నల్లని తెరమీద ఉండే తెల్లని చుక్కను, తెల్లని తెరమీద ఉండే, అదే పరిమాణం గల మరో నల్లని చుక్కను, ఒకేసారి చూస్తే, నల్లనిది, తెల్లదానికన్నా అయిదవ వంతు చిన్నదిగా కనబడుతుంది. తగినట్లుగా నల్లని చుక్కను పెంచితే, రెండూ సమానంగా కనిపిస్తాయి. చంద్రవంకను చూస్తే, అది చంద్రునిలో చీకటిగా కనబడుతున్న వృత్తభాగం కన్నా, పెద్ద వృత్తంలో భాగమేమోనన్నట్లు కనబడుతుంది. (చంద్రునిలోని మసక భాగం, బూడిద రంగుగా, చాలా సార్లు కనబడుతుంది). ముదురు రంగు దుస్తులు వేసుకుంటే మనం, లేత రంగుల వాటిలో కన్నా సన్నగా కనబడతాము. ఏదయినా వస్తువు అంచుమీదనుండి వస్తున్న కాంతి, ఆ వస్తువు అంచు మీద గుంట చేసినట్లు కనబడుతుంది. రూళ్లకర్ర వెనకాల దీపం ఉంటే, కర్రలో ఆ ప్రాంతంలో, గుంట కనబడుతుంది. ఉదయించే, అస్తమించే సూర్యుడు దిక్చక్రం మీద, సొట్ట కనబడేట్లు చేస్తాడు.'

గోథే చెప్పిన విషయాలన్నీ వాస్తవమే – కేవలం ఒకటి తప్ప! తెల్లని చుక్కలు, నల్లని చుక్కల కన్నా అయిదవవంతు పెద్దవిగా ఉండడం! ఈ తేడా ఎప్పటికీ ఒకేలా జరగదు. మనం చుక్కలను ఎంత దూరం నుండి చూస్తున్నాం అనే దాన్ని బట్టి ఈ మార్పు కూడా కనబడుతుంది.



చిత్రం 137 దూరానికి తెల్లని చుక్కలు షడ్భుజాలుగా కనబడతాయి.



చిత్రం 138. దూరానికి నల్లని చుక్కలు షడ్భుజాలుగా కనబడతాయి.

ఎందుకు? చిత్రం 136 ను ఇంకొంచెం దూరంగా జరిపి చూడండి. తెలుపు భాగాలకు అదనంగా ఏర్పడే అంచు ఎప్పటికీ ఒకే వెడల్పు ఉంటుంది. కాబట్టి భ్రమ భావం మరింత పెరుగుతుంది. దగ్గరలో ఉన్నప్పుడు, అంచు, తెల్లని ప్రాంతాన్ని 10 శాతం పెంచితే, దూరం పెరిగిన కొద్దీ ఇది 30 నుంచి 50 శాతం దాకా పెరిగినట్లనిపిస్తుంది. నల్ల చుక్క ఎలాగూ చిన్నదిగానే ఉంది! చిత్రం 137 లోని తెల్లని, గుండ్రని, చుక్కలను రెండు మూడు అడుగుల దూరం నుండి చూస్తే, అవన్నీ క్రమ షడ్భుజ ఆకారాల్లో కనబడతాయి. ఎనిమిది అడుగుల దూరం నుండి చూస్తే ఈ ఆకారాలు తేనెపట్టులో గదులలాగ కనపబడతాయి. ఇది కూడా అదనపు వెలుగు అంచుల వల్లనే జరుగుతుంది.

చిత్రం 138 లోని నల్లని చుక్కకూడా దూరం నుండి చూస్తే ఆరుమూలలతో కనబడుతుంది. దాని ఆకారం అంచువల్ల పెరగలేదు. సరిగదా, తగ్గింది. అందుకే, అంచువల్ల ఇలా జరుగుతుందన్న సిద్ధాంతంలో నాకు నమ్మకం కుదరడం లేదు. కంటికి కనబడే భ్రమలన్నింటికీ కలిపి ఇచ్చే సాధారణ వివరణలు, పూర్తిగా సంతృప్తికరంగా ఉండవని గుర్తుంచుకోవాలి. నిజానికి, చాలా భ్రమల గురించి, ఇంకా సరైన వివరణలు లేనేలేవు.

ఏది ఎక్కువ నలుపు?

చిత్రం 139 మన కంటిలోగల మరో లోపాన్ని ఎత్తి చూపుతుంది. దీన్ని అసమదృష్టి (ఆస్టిగ్మాటిజమ్) అంటారు. ఈ బొమ్మను ఒక కంటితో చూడండి. నాలుగు అక్షరాలు ఒకే రకమయిన నలుపులో ఉన్నట్లు కనపడవు. ఏది ఎక్కువ నలుపుగా ఉందో గుర్తించి, బొమ్మను కొంచెం పక్కకు జరపండి. మీరు నలుపు

అనుకుంటున్న అక్షరం, ఉన్నట్లుండి రంగు తగ్గుతుంది. మరో అక్షరం నలుపనిపిస్తుంది. నిజానికి నాలుగు అక్షరాల నలుపు ఒకే రకంగా ఉంది. వాటిలో నీడలు మాత్రమే వేరు వేరుగా ఉన్నాయి. మన కళ్లు కూడా, వెలగల లెన్సులవలెనే, లోపం లేనివి, ఖచ్చితమయినవీ అయితే, ఈ నీడలు దిశలు, ఎటువంటి ప్రభావాన్ని చూపజాలవు. కానీ, మనకళ్లు కాంతిని అన్నివేపులకు, ఒకేరీతిగా వక్రీభవింపజేయలేవు గనుక, మనం నిలువు, అడ్డు, వాలు గీతలను వేరువేరుగా చేసి చూడలేకపోతాము.

చిత్రం 139. ఈ అక్షరాలను ఒంటి కంటితో చూస్తే వాటిలో ఒకటి మిగిలిన వాటికన్న ఎక్కువ నల్లగా కనపడుతుంది.

కళ్లు ఈ లోపం లేకుండా ఉండడం చాలా అరుదు. కొందరిలో ఈ అసమదృష్టి మరీ ఎక్కువయి పోయి, వారు ప్రత్యేకమయిన కంటిజోడు వాడవలసిన దాకా వస్తుంది. కంటిలోని ఇతర లోపాలను సరిదిద్దడం, కంటిజోడు తయారుచేసేవారికి చేతనవుతుంది. వాటిని గురించి హెల్మ్‌హోల్ట్జ ఏమంటారో చూడండి.

"వారు గనుక, లోపాలు గల కళ్ల జోళ్లను నాకు అమ్మజూపితే, చేతయినంత తిట్టి ఆ కళ్లద్దాలను వారి ముఖాన్నే కొడతాను."

కంటిలోని లోపాల వల్ల కలిగే, భ్రమలేగాక, ఇతర కారణాల వల్ల, అవిలోనయ్యే భ్రమలు మరింకా ఎన్నో ఉన్నాయి.

మనవేపే చూసే చిత్రం :

మీ కళ్లలోకి గుచ్చి చూడడమే గాకుండా, ఎటు పోతే, అటే చూస్తూ, కళ్లతో వెంటాడే, చిత్రాలను మీరు ఎప్పుడో ఒకసారి చూచే ఉంటారు. ఈ విషయం చాలా మందిని చాలా కాలంగా కలవరపెడుతున్నది. కొందరు భయపడి పోయారు కూడా ! రష్యన్ మహారచయిత నికొలాయ్ గోగోల్ తన పుస్తకం "పోర్ట్రెయిట్" లో ఈ విషయాన్ని బాగా వర్ణించారు!

"ఆ కళ్లు అతన్ని తొలిచేట్లు చూస్తున్నాయి. వాటికి అతన్ని తప్ప, మరింక దేన్నీ చూడడం ఇష్టం లేనట్లు కనబడుతుంది. చిత్తరువులో కళ్లు , మిగతా వస్తువులన్నింటినీ వదిలి, అతనికేసి సూటిగా చూస్తున్నాయి. అతనిలోకి చూస్తున్నాయి"

ఈ రకమయిన చూపు గురించి, రకరకాల మూఢనమ్మకాలు, కట్టుకథలు

చెలామణీలో ఉన్నాయి. అయితే ఇది కేవలం ఒక దృష్టి భ్రమ మాత్రమే. ఈ చిత్తరువుల్లో, కంటి పాపలు కనుగుడ్లకు, సరిగ్గా మధ్యలో ఉండేట్లు గీస్తారు. అదే కిటుకు! దగ్గరగా ఉండే మనిషి కళ్లలోకి చూడాలంటే మనం కూడా అలాగే చూస్తాం! చూచేవాళ్లు, మనల్ని వదిలి వెనకఉండే దేన్నయినా చూస్తుంటే కనుపాప, నల్లగుడ్డు అలా మధ్యన ఉండవు. పక్కకు చూస్తే అవి కూడా పక్కకు జరుగుతాయి. అయితే, మనం ఏటువేపు కదిలినా బొమ్మలోని కనుగుడ్లు, కంటి

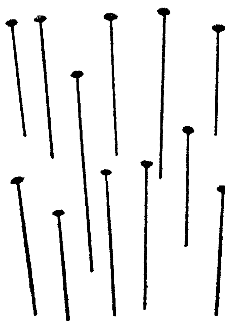


చిత్రం 140. విచిత్రమైన చిత్తరువు.

పాపమాత్రం ఒకేలా ఉంటాయి. మనతో పోలిస్తే, మనకు ఆ ముఖం ఒకే చోట ఉన్నట్లుంటుంది గనుక, అతను మనవేపే తలతిప్పి చూస్తున్నాడని అనిపిస్తుంది. ఇటువంటి ఇతర చిత్రాల వల్ల కలిగే వింత భావాలకు కూడా కారణం ఇదే. గుర్రాలు మనమీదికే ఉరుకుతున్నట్లు అనిపిస్తుంది. మనిషి వేలెత్తి మనల్నే చూపుతున్నట్లు ఉంటుంది. చిత్రం 140 ఇటువంటిది. ఇటువంటి చిత్రాలను వ్యాపార ప్రకటనలకు, ప్రచారాలకు మామూలుగా వాడుకుంటారు.

మరికొన్ని దృష్టి భ్రమలు :

చిత్రం 141 లోని గుండుసూదులు చాలా సాధారణంగా కనబడుతున్నాయి. వాటిలో అసాధారణమేమి లేదుగదా! అయితే పుస్తకాన్ని కంటి ఎత్తుకు ఎత్తండి. ఒక కంటిమీద చేతిని ఉంచి మూసి, దృష్టి ఆ పిన్నులకు సమానంగా ఉండేట్లుగా, వాటి వేపే చూడండి. ఆపిన్నులను పొడిగిస్తే, ఎక్కడ కలుస్తాయో అక్కడ కన్నుపెట్టి చూడాలి. అప్పుడవి కాగితం మీద నిలువుగా గుచ్చి ఉన్నట్లు కనబడతాయి. తలను ఈ పక్క, ఆ పక్క తిప్పితే, పిన్నులు కూడా కదిలినట్లు కనబడతాయి.



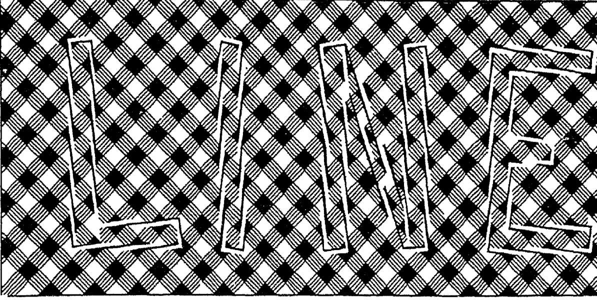
చిత్రం 141. ఒక కన్ను మూసి రెండో కంటితో పిన్నుల రేఖలు కలుసుకునేటట్టు కనబడేచోట చూడండి, కాగితం మీద పిన్నులు నిటారుగా గుచ్చి ఉన్నట్టు కనబడతాయి. పుస్తకాన్ని నింపాదిగా అటూ ఇటూ జరిపితే పిన్నులు అటూ ఇటూ జరుగుతూన్నట్టు అనిపిస్తుంది.

ఈ భ్రమ 'దృష్టికోణం' అనే సూత్రం మీద ఆధారపడి ఉంటుంది. చిత్రంలోని గుండుసూదుల బొమ్మలు, ఒక స్థానం నుండి చూస్తే, (దృష్టి కోణం నుండి చూస్తే), కాగితంలో గుచ్చినట్లు కనబడే విధంగానే గీసి ఉన్నాయి.

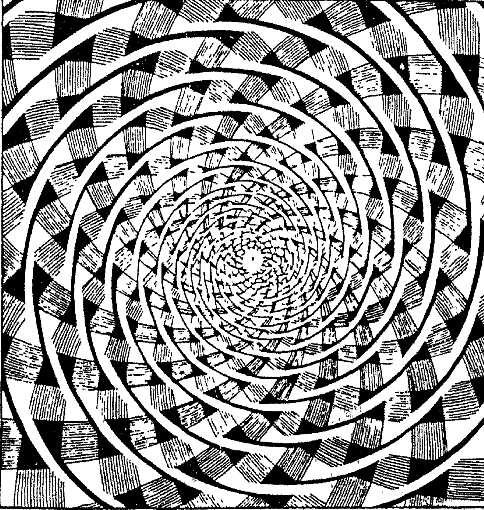
మనం దృష్టికి సంబంధించిన భ్రమలకు గురికావడం అంతా మనకళ్ళలోని లోపం వల్లనే జరుగుతుందని అనుకోకూడదు. ఈ రకమయిన భ్రమల వల్ల లాభాలు కూడా ఉన్నాయి. ఈ పరిస్థితి లేకుంటే మనం, పెయింటింగులను, ఇతర కళావస్తువులను చూచి ఆనందించలేము. కళాకారులు, మనకుండే ఈ భ్రమశక్తిని దృష్టిలో ఉంచుకుని ఎన్నో చిత్రాలు చేస్తారు.

"పెయింటింగ్ అనే కళ యావత్తూ, ఈ భ్రమల మీదనే ఆధారపడింది," అన్నారు 18 వ శతాబ్దపు మేధావి యూలర్. 'లెటర్స్ ఆన్ వేరియస్ ఫిజికల్ సబ్జెక్ట్స్' అనే తన పుస్తకంలో ఆయన ఇలా రాశారు.

"మనం వస్తువులను, అవి నిజంగా ఉండే స్థితిలోనే చూచి మెచ్చాలంటే ఈ కళ (చిత్ర లేఖనం) ఉండేదికాదు. మనం గుడ్డివాళ్లమయేవాళ్లం. పెయింటర్ రంగులు కలపడంలో పడే శ్రమ వృధా అయేది. మనం, ఇది ఎరుపు, ఇదినీలం, ఇది తెలుపు, ఇది నలుపు అని చెప్పేసేవాళ్లం. అంతా ఒక తలంలోనే చదునుగా ఉండి పోయేది. దూరాలు మధ్య భేదాలు తెలిసేవి కావు. ఏ వస్తువు నయినా బొమ్మలో చూపడం సాధ్యపడేది కాదు. చిత్రకారుడు చూపదలచినదంతా, మనకు గోడమీద రాతలవలె కనబడేది. దృష్టి నిజంగా అంత ఖచ్చితంగా గనుక ఉంటే, నిత్యం వినోదం కలిగించే ఈ కళ మనకు అందుబాటులో లేక అన్యాయమయి పోతాం కాదా?"

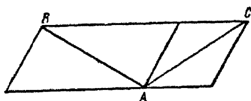


చిత్రం 142. అక్షరాలు నిటారుగానే ఉన్నాయి.



చిత్రం 143. ఇది సర్పిలం కాదు. వంకర గీతలన్నీ వలయాలే పెన్సిలు ముక్కను వాటి వెంబడి పోనిచ్చి చూస్తే ఆ సంగతి స్పష్టమవుతుంది.

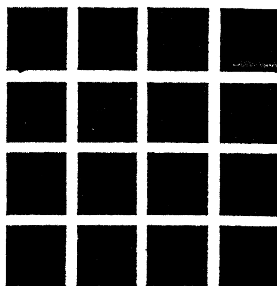
బొమ్మల పుస్తకాలను నింపివేసేటన్ని, బోలెడన్ని భ్రమచిత్రాలు ఉన్నాయి. కొన్ని బాగా తెలిసినవి. కొన్ని తెలియనివి. బాగా తెలియనివి, చాలా ఆసక్తికరమయిన వాటిని, కొన్నింటిని ఇక్కడ చూద్దాం. చిత్రం 142, 143 లలో గడుల, గీతలతో ఉన్నవి చాలా విచిత్రంగా ఉంటాయి. చిత్రం 142 లోని అక్షరాలు నిటారుగా



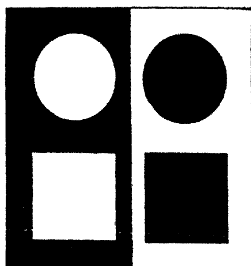
చిత్రం 144. AC కన్న AB దీర్ఘంగా కనిపిస్తుంది కాని రెండూ సమానమే.



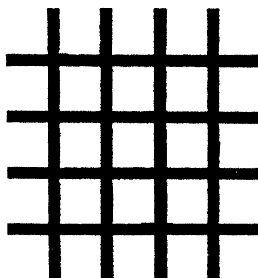
చిత్రం 145. ఏటవాలుగీత విరిగినట్టు కనిపిస్తుంది.



చిత్రం 147. తెల్లచారలు కలిసేచోట బూడిద రంగు మరకలు కనిపించి మాయ మవుతున్నట్టుంటాయి. కాని తెల్లచారలు పొడుగునా తెల్లనివే. నల్లగళ్లను కాగితంతో మూసి చూస్తే ఆ సంగతి స్పష్టమవు తుంది. నలుపు తెలుపుల మధ్య వ్యత్యాసము ఈ భ్రమకు కారణం.



చిత్రం 146. నల్లచదరమూ, తెల్లచద రమూ ఒకే ప్రమాణము, అలాగే నల్లచుక్క, తెల్లచుక్క కూడా సమానమే.



చిత్రం 148. నల్లగీతలు కలిసే చోట అస్పష్టమైన బూడిదరంగు మరకలు కని పించి మాయమవుతున్నట్టు తోస్తుంది.

ఉన్నాయంటే నమ్మశక్యం కాదు. 143వ చిత్రం లోని వృత్తాలు, సర్పిలాకారంలో లేవన్నా నమ్మబుద్ధికాదు. కానీ ఒక పెన్సిల్ తీసుకుని గీత గీసి చూస్తే ఈ

విషయాలు తెలిపోతాయి. చిత్రం 144 లోని సరళరేఖ AC కూడా AB కి సమానమయినదే నని చెప్పాలంటే, కంపాసు సాయం తీసుకోవలసిందే. కానీ, AB మామూలుగా చూస్తే చిన్నదిగా కనబడుతున్నది. ఇక 145, 146, 147, 148 చిత్రాలలోని భ్రమ చిత్రాల వివరాలు వాటితో బాటే రాసిఉన్నాయి. చిత్రం 147 కలిగించే భ్రమను గురించి చెప్పాలంటే, ఒక చిన్న వింత సంఘటనను చెప్పాలి. ఈ పుస్తకం, ఇంతకు ముందొకసారి ముద్రణ జరుగుతుండగా, పబ్లిషర్ చిత్రాలను పరిశీలించసాగాడు. అతను ఈ చిత్రాలన్నీ చూచి, నల్లగీతలు కలిసే చోట, లేతరంగులో గల గడులను తీసేసి, సరిగా వేసి పంపమని, బొమ్మను ఆర్టిస్టుకు తిరిగి పంపాలనుకున్నాడు. నేను సకాలంలో అక్కడికి వెళ్ళడంతో సంగతి తెలిసిపోయింది. నేనే విడమర్చి చెప్పాను.

హ్రస్వదృష్టి :

హ్రస్వదృష్టి గలవారికి, కళ్లజోడు లేకుంటే సరిగా కనబడదు. అయితే వారికి ఏమి కనబడుతుంది, ఎలా కనబడుతుంది. అనేది మామూలు వారికి ఊహకు కూడా అందదు. హ్రస్వదృష్టి గల వారు చాలా మంది ఉంటారు గాబట్టి, వారికి ఎలా కనిపిస్తుందో తెలుసు కోవడం, ఆసక్తి కరమే ననుకుంటాను.

హ్రస్వదృష్టి గలవారికి, ముందుగా, అంతా అలుక్కుపోయినట్లు కనబడుతుంది. మామూలు కంటివారికి, అందమయిన ఆకాశం కింద, ఆకులు, కొమ్మలుగా కనిపించేది, హ్రస్వదృష్టి వారికి కేవలం ఒక ఆకుపచ్చ ముద్దలాగ కనబడుతుంది. వారికి అందులో వివరాలు కనబడవు. మనుషుల ముఖాలు, వయసు తక్కువగా, ఆకర్షణీయంగా కనబడతాయి. ముడతలు, మచ్చలు కనబడవు. వాతావరణం వల్ల, మేకప్ వల్ల కలిగే మొరటు ముఖం కూడా, చాలా మిసమిసలాడుతున్నట్లే కనబడుతుంది. వారు వయసును 20 సంవత్సరాల దాకా తప్పు అంచనా వేస్తారు. మామూలు కళ్ళుగల వారికి, అతనికి అందంలో గల్ల అభిరుచి విచిత్రంగా కనిపిస్తుంది. వారు ఎదుటి వారి కంటిలోకి, సూటిగా చూసి కూడా గుర్తించ లేదంటే, ఏదో చాకచక్యం లేని వారుగా కనబడతారు. అయితే తప్పు వారిది కాదు. తప్పంతా వారి హ్రస్వదృష్టిదే.

19వ శతాబ్దపు రష్యన్ కవి డెల్విగ్ ఈ విధంగా రాసుకున్నారు!

"నేను లైసీలో ఉండగా, అక్కడ నన్ను కళ్లజోడు వాడనిచ్చారు కాదు. నా మిత్రురాండ్రంతా చాలా అద్భుతంగా కనబడేవారు. నా చదువు పూర్తయిన తర్వాత నాకు కలిగిన షాక్ మాత్రం చెప్పనలవి గానిది!"

హ్రస్వదృష్టిగల మీ మిత్రులు, కళ్లజోడు లేకుండా మిమ్మల్ని చూస్తుంటే, వారు మీ ముఖం చూడటం లేదు. వారు చూచేది ముఖమేనని మీరనుకుంటే చేసేదీ లేదు. అతని దృష్టిలో మీ రూపం బూజుగా ఉంటుంది. వారొక గంట తర్వాత మిమ్మల్ని గుర్తించలేక పోయినా ఆశ్చర్యం లేదు. ఇలాంటి వారు ఎదుటి వారిని, సాధారణంగా, పోలికలతో గాక, మాటను గొంతుని బట్టి గుర్తిస్తారు. అయితే వారికి

వినికిడి శక్తి మాత్రం దృష్టిలోపాన్ని పూరించేదిగా ఉంటుంది.

ఇటువంటివారు రాత్రిపూట ఏం చూడగలుగుతారో తెలుసా? వీధి దీపాలు, చిన్న దీపాలు, వెలుగు వస్తున్న కిటికీలు లాంటివన్నీ పెద్దవిగా కనిపించి, వారికంతా వెలుగు ముద్దలు మధ్యలో నీడలుగా కనబడుతుంది. వరుసగా ఉండే వీధిదీపాలు, వారికి, ఒకటి రెండు వెలుగు ముద్దలుగా కనబడి, దారినంతా నింపేస్తాయి. వారికి, ఎదురుగా వచ్చే కారు కూడా కనిపించదు. ముందు లైట్లు, రెండు ముద్దలుగా, వాటి వెనుక ఏదోనల్లని వస్తువేదో మాత్రం కనబడుతుంది. ఆకాశం కూడా మరోలా కనబడుతుంది. వారు ఆకాశంలోని, ఎక్కువ వెలుగు గల కొన్ని నక్షత్రాలను మాత్రమే చూడగలుగుతారు. వేలాది నక్షత్రాలుండే ఆకాశంలో వారికి, కేవలం కొన్నివందలు మాత్రం పెద్దపెద్ద ముద్దలుగా కనిపిస్తాయి. చంద్రుడు చాలా దగ్గరగా, చాలా పెద్దగా కనిపిస్తాడు. నెలవంక కూడా విచిత్రంగా కనబడుతుంది.

లోపమంతా కంటి నిర్మాణంలో ఉంటుంది. కనుగుడ్డు చాలా లోతుగా ఉంటుంది. దానితో, కంటిలో ప్రవేశించిన బింబాలు, రెటినాకు చేరకముందే కేంద్రీకృతమవుతాయి. అక్కడి నుంచి మళ్లీ దూరంగా పోయే కిరణాలు రెటినాకు చేరడంతో అంతా బూజుగా అలుక్కుపోయినట్లు కనబడుతుంది.

ధ్వని - వినికిడి

ప్రతిధ్వనుల వేట :

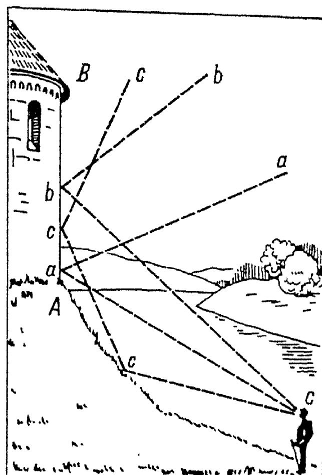
ప్రతిధ్వనులను పట్టుకోవడం (నమ్మశక్యం కాదు కదూ!) అనే అసక్తి గల మనిషి ఒకతను చేసిన విచిత్రాలను గురించి మార్క్ట్వెయిన్ ఒక కథ రాశాడు. ఈ పిచ్చివాడు, ఎక్కువ ప్రతిధ్వనులు వినిపించే ప్రతి ప్రదేశాన్ని, నానా కష్టాలుపడి కొంటూ ఉంటాడు.

"అతడు మొట్టమొదట జార్జియాలోని ఒక ప్రతిధ్వని ప్రాంతాన్ని కొన్నాడు. అక్కడ శబ్దం నాలుగు సార్లు ప్రతిధ్వనించి వినపడేది. ఆ తరువాత అతని బేరం మేరీలాండ్‌లోని ఆరు ప్రతిధ్వనుల ప్రాంతం. తరువాత మెయిన్‌లో పదమూడు ప్రతిధ్వనులు; కన్సాస్‌లో తొమ్మిది ప్రతిధ్వనులది, ఆ తరువాత ; ఆ తర్వాత టెనెసీలోని పన్నెండు ప్రతిధ్వనుల ప్రాంతం. అది అతనికి నిజానికి, చవకగా దొరికింది. అందులో ఒక మూల పడిపోయి ఉంది గాబట్టి, రిపేరుల్లో ఉండింది. కొన్ని వేల డాలర్లు ఖర్చు పెడితే, అది బాగయిపోతుందని, ఇంకాస్త మేస్త్రీ పని చేయించితే, దాని ప్రతిధ్వని శక్తి మూడింతలు పెరుగుతుందని, అతను అనుకున్నాడు. అయితే, ఆ పనిని చేపట్టిన ఆర్కిటెక్టు, ఇంతకు ముందెప్పుడూ ప్రతిధ్వని భవనాలను కట్టి ఉండలేదు. అందుకే అతను దాన్ని సర్వనాశనం చేశాడు. అతను దానిలో చేయి చేసుకోక ముందు, అది అత్తగారిలాగ ఎదురు మాట్లాడేది. ఇప్పుడు మాత్రం అవి మూగ -చెవిటి వారికి మాత్రమే పనికి వచ్చేదయింది."

సరదా మాటలు అటుంచితే, నిజంగానే ఎక్కువ ప్రతిధ్వనులు ఇచ్చే చోట్లు కొన్ని ఉన్నాయి. అవి ముఖ్యంగా కొండ ప్రాంతాలలో ఉన్నాయి. కొన్ని చాలా కాలంగా ప్రపంచమంతా ఖ్యాతి గాంచినవి. ఇంగ్లండ్‌లోని వుడ్‌స్టాక్ కోటలో ప్రతిధ్వని 17 శబ్దాలను తిరిగి స్ఫుటంగా వినిపిస్తుంది. హాల్బర్ స్టట్ దగ్గరలోని డెరెన్‌బుర్గ్ కోట శిథిలాలలోనిది 27 అక్షరాలను వినిపించగలిగేది. దానిలోని ఒక గోడను పేల్చివేయడంతో ఈ శక్తి మాయమయింది. చెకొస్లొవేకియాలో అడెర్‌భాఖ్ అనే చోట ఒక రాతి ప్రాంతం ఉంది. అందులో ఒక చోటి నుండి ఏడక్షరాలు మూడుసార్లు ప్రతిధ్వనిస్తాయి. ఆ చోటినుంచి కొన్ని అడుగులు పక్కకు వేస్తే తుపాకి పేల్చినా తిరిగి వినిపించదు. మిలాన్ సమీపంలో ఒక కోటలో కూడా చక్కని ప్రతిధ్వని వినిపించేది. ఆ కోట ఇప్పుడులేదు. అందులోని ఒక కిటికీలోనుంచి తుపాకీ పేలిస్తే, 40 నుండి 50 సార్లు ప్రతిధ్వనించేది. గట్టిగా మాట్లాడితే 30 సార్లు ప్రతిధ్వనించేది.

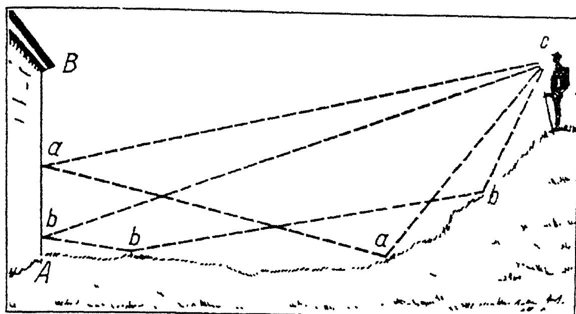
ఒంటరి ప్రతిధ్వని కూడా కనుగొనడం సులభం కాదు. రష్యాలో చాలా మైదానాలు వాటి చుట్టు అడవులు, అడవులను కొట్టివేసిన ప్రాంతాలు ఉన్నాయి.

ఆయా ప్రదేశాలలో ఒక కేకవేస్తే, అడవి గోడకు తగిలి కేక తిరిగి వినిపిస్తుంది. మైదానాల్లో కంటే కొండప్రాంతాలలో ప్రతిధ్వనులు బాగా వస్తాయి. అయితే అక్కడ ప్రతిధ్వని వచ్చే కొద్దిపాటి చోట్లను పట్టుకోవడం కష్టం. ఇలాగెందుకు జరుగుతుంది. ప్రతిధ్వని అంటే, ఏదో ఒక అడ్డుకు తగిలి పరావర్తనం చెందిన ధ్వని తరంగాలు. ధ్వని కూడా కాంతికి సంబంధించిన సూత్రాల ప్రకారమే ప్రసరిస్తుంది. ఇందులో కూడా పతనకోణం, పరావర్తనకోణం సమానంగా ఉంటాయి.



చిత్రం 149. ప్రతిధ్వని లేదు.

మీరు ఒక కొండ దిగువన ఉన్నారనుకోండి. (చిత్రం 149). ధ్వనిని ప్రతిధ్వనింపజేసే అవరోధం AB మీ కన్నా ఎత్తులో ఉంది. Ca, Cb, Cc లనే మార్గాల వెంట ప్రతిధ్వనించే ధ్వనులు సహజంగానే, తిరిగి మీ దగ్గరకు రావు. అవి aa, bb, cc లనే దారుల్లో గాలిలోకి ఎగుస్తాయి. అలా కాక, అవరోధం మీకు సమానంగా ఉంటే, లేక కొంచెం తగ్గులో ఉన్నా, ప్రతిధ్వని వినబడుతుంది (చిత్రం 150). ధ్వని Ca, Cb ల వెంట కిందకు ప్రసరిస్తుంది. Caac, Cbbc అనే చుక్కల గీత దారివెంట, నేల నుండి పైకెగసి, వినిపిస్తుంది. రెండు స్థానాల మధ్యతలం పుటాకార దర్పణంలా పనిచేసి, ప్రతి ధ్వని మరింత స్ఫుటమవుతుంది. ఒకవేళ ఆ నేల ఉబ్బెత్తుగా ఉంటే, ప్రతిధ్వని చాలా తక్కువగా ఉంటుంది. నిజానికి అది తిరిగి మీ చెవిని చేరకపోవచ్చు గూడా! కుంభాకార దర్పణం, కాంతిని చెదరగొట్టినట్లే, ఆ నేల ధ్వనిని చెదరగొడుతుంది.



చిత్రం 150 ప్రతిధ్వని స్పష్టంగా వుంటుంది

ఎగుడు దిగుడు ప్రాంతంలో, ప్రతిధ్వనిని గుర్తించడానికి కొంత నేర్పరితనం అవసరం. పైగా సరిగా ప్రతిధ్వని పుట్టించగలగడం కూడా తెలిసి ఉండాలి. ముందుగా, అడ్డంకులకు చాలా దగ్గరగా నిలబడకూడదు. ధ్వని తరంగాలు, సరిపడినంత దూరం పయనించేలా ఉండాలి. లేకుంటే ధ్వని మొదలయిన వెంటనే ప్రతిధ్వని వస్తుంది. రెండూ కలిసిపోతాయి. ధ్వని సెకండుకు 340 మీటర్ల వంతున పయనిస్తుంది గనుక, అవరోధానికి 85 మీటర్ల దూరంలో ఉంటే, ప్రతిధ్వని అరసెకండు తర్వాత వినబడుతుంది. ప్రతి చప్పుడుకూ, ప్రతి ధ్వని ఉంటుంది. అయితే అవన్నీ అంతస్పష్టంగా ఉండవు. అడవిలో మృగం గర్జించినదీ, బిగుల్ ఊదినదీ, లేక ఉరుము గడగడలాడించినదీ, లేక అమ్మాయి పాడినదీ, ప్రతిధ్వనిలో కూడా వేరువేరుగానే ఉంటాయి మరి! ధ్వని ఎంత గట్టిగా, ఎంత తక్కువ నిడివిగా ఉంటే, ప్రతిధ్వని అంత స్పష్టంగా వినిపిస్తుంది. చప్పట్లు అన్నిటికంటే ఉత్తమం. మనిషి గొంతు అందునా మగగొంతు అంతగా పనికిరాదు. ఎక్కువ శృతిలో ఉండే మాటలు, అంటే, ఆడవారు, పిల్లల గొంతులకు మంచి ప్రతిధ్వని పలుకుతుంది.

ధ్వనితో కొలత :

గాలిలో ధ్వని ప్రసరించే వేగాన్ని బట్టి, చొరరాని చోట్లు ఉండే దూరాలను కనుగొనవచ్చు. 'జర్నీ టువి సెంటర్ ఆఫ్ ఎర్త్' అనే తన నవలలో జూల్స్‌వెర్న్ ఇందుకు ఉదాహరణగా తగిన సన్నివేశాన్ని కల్పించాడు. ఒక ప్రొఫెసర్, అతని మేనల్లుడు, భూగర్భంలో పరిశోధనలు జరుపుతుంటారు. దారి తెలియక వారు విడిపోతారు. ఆ గుహలలో వారు, కేకలు వేసి, వేసి, చివరకు ఒకరి మాట ఒకరు వింటారు. అప్పుడు వారిలా మాట్లాడుకుంటారు.

'మామా!'
"బాబూ" కొన్ని సెకండ్ల తర్వాత జవాబు వచ్చింది..

"మనం ఒకరికొకరు ఎంత దూరంలో ఉన్నామో ముందు తెలుసుకోవాలి!"

"అది సులభమే నీ దగ్గర గడియారం ఉందిగదా?"

"ఆం ఉంది!"

"దాన్ని తీసుకో, నా పేరు పిలు. అప్పుడు సరిగ్గా టైం నోట్ చేసుకో! నేను నీ పిలుపు విన్న మరుక్షణం జవాబిస్తాను. మళ్లీ సరిగ్గా టైం గుర్తుపెట్టు.

"అవును! అంటే నా పిలుపుకు, నీ జవాబుకు మధ్యగల కాలంలో సగం, నా మాట నీకు వినిపించడానికి పట్టే టైం! అంతేనా!

"అంతే!" "సిద్ధమేనా"

"ఆ!ం సిద్ధమే!"

"ఇదుగో! సరిగా విను! పిలుస్తున్నాను."

నేను నా చెవిని గోడకు అదిమాను. 'ఆక్సెల్' అనే మాట నా చెవికి చేరగానే, జవాబిచ్చాను. అప్పుడు కాసేపు వేచి చూచాను."

"నలభై సెకండ్లు!" అన్నాడు మామ. "అంటే ధ్వని ఒక కొసకు చేరడానికి 20 సెకండ్లు పట్టింది. సెకండుకు 1,020 అడుగుల ప్రకారం, మొత్తం 20,400 అడుగులు, అంటే మన మధ్యదూరం సుమారు 4 మైళ్లు."

ఇప్పుడు మీరొక ప్రశ్నకు సమాధానం చెప్పగలగాలి!

రైలు ఇంజను, కూతవేసిన ఆవిరి కనబడిన తర్వాత, ఒకటిన్నర సెకండ్లకు ఆ ఈల నాకు వినిపించింది. అంటే ఆ రైలు ఎంత దూరంలో ఉన్నట్లు?

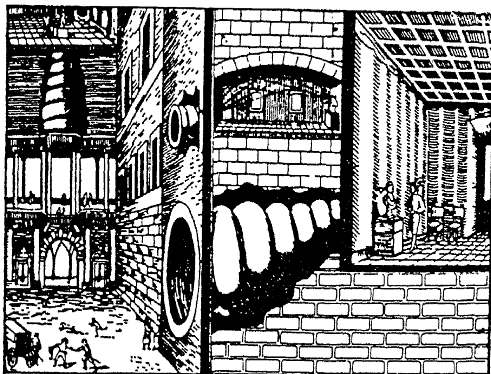
ధ్వని దర్పణాలు :

ఒక అడవి, పెద్ద కంచె, భవనం, కొండ, లేక ప్రతిధ్వనిని పుట్టించగల ఏ ఇతర అవరోధమయినా ధ్వనికి అద్దం వంటిది. కాంతిని, చదునయిన అద్దం, పరావర్తనం చేసినట్లే, ఇవన్నీ ధ్వనిని పరావర్తనం చేస్తాయి.

చిత్రం 151. ఘటాకారమైన ధ్వని దర్పణాలు



ధ్వని తరంగాలను కేంద్రీకరింపజేయగల పుటాకార ధ్వని దర్పణాలను తయారు చేయవచ్చు. రెండు మూాకుళ్లను, ఒక గడియారాన్ని వాడి, ఈ ప్రయోగాన్ని చేయవచ్చు. ఒక మూాకుడును బల్లమీద పెట్టండి. గడియారాన్ని దాని నుంచి కొన్ని సెం.మీల ఎత్తులో పట్టుకోండి. రెండవ మూాకుడును చిత్రం 151 లో చూపినట్లు చెవిదగ్గర పెట్టుకోండి. ఈ మూడు వస్తువుల స్థానాలను జాగ్రత్తగా గమనించగలిగితే, గడియారం టిక్కు టిక్కు మనడం, చెవిదగ్గరి మూాకుడులోంచి వచ్చినట్లు వినబడుతుంది. ఇందుకోసం కొంచెం ప్రయత్నం అవసరమనుకోండి! కళ్లు మూాసుకుని గమనిస్తే భ్రమ మరింత పెరుగుతుంది. గడియారం ఏ చేతిలో ఉందో కూడా చెప్పడం వీలుకాదు.



చిత్రం 152. రహస్యాలాడే ప్రతిమలు. (అథనాసియస్ కీర్చెర్ గ్రంథం నుండి- 1560)

మధ్య యుగంలో కోటలు నిర్మించిన వారు, ధ్వనితో ట్రిక్కులు చేసేవారు. పుటాకారధ్వని దర్పణం ముందు, లేదా గోడలో అమర్చిన ధ్వని శంకువు చివరన (చిత్రం 152) విగ్రహాలను అమర్చేవారు. (చిత్రం 16వ శతాబ్దినాటి గ్రంథం లోనిది). ధ్వని శంకువు యొక్క వంపు తిరిగిన పై కప్పు, ధ్వనులను విగ్రహం వద్దకు చేరవేస్తుంది. వీటిలోకి ధ్వనులు బయటనుండి వినవస్తాయి. ఇవన్ని కలిసి విగ్రహం గుసగుసలాడినట్లు, పాడినట్లు భ్రమ పుడుతుంది.

థియేటరులో శబ్దం :

నాటకాలకు, సంగీత కచేరీలకు వెళ్లే వారికి, కొన్ని హాళ్లలో ధ్వని బాగా వినిపిస్తుందని, మరి కొన్నింటిలో వినిపించదని అనుభవమయి ఉంటుంది. కొన్నింటిలో మాటలు, సంగీతం చాలా దూరం వరకు స్పష్టంగా వినపడతాయి. మరి

కొన్నింటిలో దగ్గరగా కూచున్నా ఏమీ వినపడదు.

ఇటీవలి వరకు, ఒక హాలులోని ధ్వని తీరు కేవలం అదృష్టం మీద ఆధారపడి ఉంటుందని అనుకునేవారు. ఇప్పుడు అనవసరమయిన ధ్వని ప్రసరణను అరికట్టే పద్ధతులు, భవననిర్మాణ నిపుణులకు తెలుసు. అనవసరపు ధ్వనులను, గ్రహించేందుకు, అదనంగా కొన్ని తలాలను ఏర్పాటు చేయడం ద్వారా వారు ధ్వని లోపాలను సరిదిద్దుతారు.

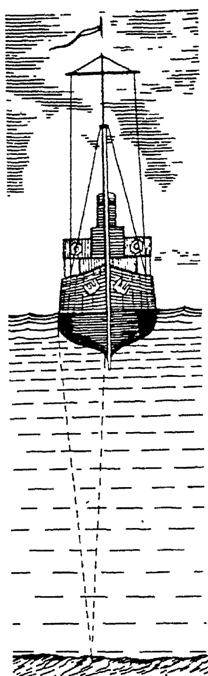
రంధ్రాలలోనుండి, కాంతి బయటకు పోయినట్లే, తెరచి ఉంచిన కిటికీలు ధ్వనిని బాగా గ్రహించగలుగుతాయి. ఒక చదరపు మీటరుండే తెరచి ఉంచిన కిటికీని, ధ్వనిగ్రహణకు ప్రమాణంగా వాడుతున్నారు. ప్రేక్షకులే చాలా ధ్వనిని గ్రహించుతారు. ప్రతి ప్రేక్షకుడు ఈ విషయంలో సగం కిటికీకి సమానం. అంటే వారు చదరపు మీటరుకు సమంగా ధ్వనిని గ్రహిస్తారు. 'వక్త మాటలను ప్రేక్షకులు అక్షరాలా గ్రహిస్తారు' అంటాడొక భౌతిక శాస్త్రవేత్త. గ్రహించే ప్రేక్షకులు లేకున్నా వక్తకు చికాకే!

ధ్వని అతిగా గ్రహింపబడినా, మంచిదికాదు. దానితో మాటలు, సంగీతం మూగపోతాయి. తర్వాత ప్రతిధ్వని బాగా తగ్గిపోయి, శబ్దం పెళుసుగా కరుకుగా వినపడుతుంది. అంటే మరీ ఎక్కువ కాకుండా, మరీ తక్కువ కాకుండా ప్రతిధ్వని ఉండాలని మీరు గ్రహించి ఉంటారు. ఈ నియమం అన్ని థియేటర్లకు ఒకే విధంగా వర్తించదు. వివిధ విషయాలను బట్టి నిపుణులు ఈ వివరాలను నిర్ణయించాలి.

భౌతికశాస్త్రపరంగా, రంగస్థలం మీద, ఆసక్తికరమయిన చోటు, మరొకటి ఉంటుంది. ఇది నాటకాలలో మాటలు అందించడానికి వాడే ప్రాంప్ట్ బాక్స్. (ఇది మన రంగస్థలాల్లో అరుదు - అనువాదకుడు) దీని పైకప్పు ఎప్పుడూ పుటాకారదర్పణంలాగే ఉంటుంది. ఇందులోని వ్యక్తి మాటలు ప్రేక్షకులకు వినిపించవు. అవి కేవలం స్టేజిమీది నటులకు మాత్రమే వినిపిస్తాయి.

సముద్రపు అడుగున ప్రతిధ్వని :

ప్రతిధ్వనుల సాయంతో సముద్రాలు, మహాసముద్రాల లోతులను కనుగొనే పద్ధతి తయారు చేసేవరకు వాటి వల్ల ప్రయోజనం ఉండేది కాదు. ఈ విషయం కూడా కాకతాళీయంగా కనుగొనబడింది. 1912 లో టైటానిక్ అనే పెద్ద ఓడ, తేలియాడే మంచు ఖండానికి కొట్టుకొని మునిగిపోయింది. అందులోని ప్రయాణికులంతా మునిగిపోయారు. అప్పుడు రాత్రివేళ ల్లోనూ, పొగమంచు ఉన్నప్పుడు పడవల ప్రయాణమార్గంలోని అడ్డంకులను తెలుసుకునేందుకు ప్రతిధ్వనులను వాడుకోవచ్చుననే ఆలోచన కలిగింది. ఆ ఉద్దేశ్యం పూర్తి కాలేదు. కానీ, దానితో సముద్రపు లోతులను కనుగొనడానికి, ఒక మంచి పద్ధతి అందుబాటులోకి వచ్చింది.



చిత్రం 153. ప్రతిధ్వనితో సముద్రం లోతు కొలవడం

ఈ కార్యక్రమం ఎలా నడుస్తుందో చిత్రం 153 చూస్తే తెలుస్తుంది. ఓడ ముందు భాగంలో, దాని అడుగునుండి, ఒక చిన్న పేలుడు ద్వారా, సంకేతాన్ని సముద్రంలోకి పంపుతారు. ఈ ధ్వని సముద్రపు నీటిని చీల్చుకుంటూ లోపలికి వెళ్లి, సముద్రం అడుగున నేలను తాకుతుంది. అది తిరిగి ప్రతిధ్వనిగా వెనుదిరుగుతుంది. ఈ ప్రతిధ్వనిని ఓడ అడుగున ఉండే ప్రత్యేక పరికరాలు గుర్తిస్తాయి. సంకేతం పంపడం, ప్రతిధ్వని తిరిగి ఓడను చేరడానికి పట్టే వ్యవధిని, నిశితమయిన గడియారాల సాయంతో లెక్క వేస్తారు. నీటిలో ధ్వని ప్రయాణించే వేగం తెలుసు గనుక, ఈ సమయం ఆధారంగా, సముద్రపు లోతును లెక్కవేసి తెలుసుకోవచ్చు.

ఈ పద్ధతి రావడంతో సముద్రపు లోతును కనుగొనడంలో విప్లవం వచ్చింది. పాత పద్ధతులను వాడాలంటే ముందు ఓడలను ఆపవలసి వచ్చేది. ఆ పద్ధతులు చాలా కష్టంతో కూడినవి కూడా. నిమిషానికి 150 మీటర్ల చొప్పున ఒక తాటిని

సముద్రంలోకి దించేవారు. దాన్ని తిరిగి అదే వేగంతో పైకి చేదుకునేవారు. మూడు కిలోమీటర్లుండే లోతును కొలవడానికి సుమారు 45 నిమిషాలు పట్టేది. ప్రతిధ్వని సౌండింగ్ పద్ధతితో ఈపనిని కొన్ని సెకండ్లలో పూర్తి చేయవచ్చు. ఓడను ఆపి ఉంచనవసరం లేదు. పైగా లెక్క చాలా ఖచ్చితంగా వస్తుంది. తేడా, మీటరులో నాలుగోవంతుకన్నా ఎప్పుడూ ఎక్కువగా ఉండదు. అయితే ఇందుకోసం కాలాన్ని మాత్రం చాలా నిశితంగా, సెకండులో మూడు వేల వ భాగం వరకు లెక్కించవలసి ఉంటుంది.

సముద్రం ఎక్కువ లోతు ఉండేచోట, ఆ వివరాలను తెలుసుకోవడం పరిశోధనలకు మాత్రమే అవసరమవుతుంది. కానీ తీరం దగ్గరి ప్రాంతాలలో, ఇతరంగా తక్కువ లోతుండే ప్రాంతాలలో ఓడలను క్షేమంగా నడపడానికి కూడా, అక్కడి లోతులను కనుగొనడం ఎంతో అవసరం.

ప్రస్తుత కాలంలో ఈ పనికోసం, మామూలు ధ్వనులను కాకుండా, చెవులకు వినపడని అతిధ్వనులను వాడుతున్నారు. వాటి తరంగాలు సెకండుకు కొన్ని మిలియన్ల సార్లు కంపిస్తాయి. ఒక స్ఫటిక శిలలో కలిగే ప్రకంపనాల సాయంతో ఈ ధ్వనులను పుట్టిస్తారు.

తేనెటీగలు ఎందుకు రొదచేస్తాయి?

కీటకాలలో నిజానికి, శబ్దం పుట్టించడం కోసం ప్రత్యేక శరీర భాగాలేవీ మామూలుగా ఉండవు. అవి ఎగురుతున్నప్పుడు మాత్రమే రొద వినబడితే, రెక్కలు కదలడం వల్లే ఆ ధ్వని పుట్టిందని చెప్పవచ్చు. కీటకాల రెక్కలు సెకండుకు కొన్ని వందల సార్లు చొప్పున, చాలా వేగంగా కదులుతాయి. రెక్కలు ప్రకంపన ఫలకంగా పనిచేస్తాయి. ఇటువంటి ఫలకం ఏదయినా, సెకండుకు 16 సార్లకన్నా ఎక్కువ వేగంతో కదలితే, వేగాన్ని బట్టి ఒక ప్రత్యేక శృతిలో చప్పుడును పుట్టిస్తాయి.

ధ్వనిలోని తీవ్రతను బట్టి, కీటకాలు, లెక్కలను సెకండుకు ఎన్నిసార్లు కదిలించేవీ తెలుసుకోగలరు. ఈ వేగం తెలియాలంటే ధ్వనియొక్క స్థాయి తెలిస్తే చాలు. స్లోమోషన్ కెమెరాలతో పరిశోధించి, కీటకాలు ఎప్పుడూ తమరెక్కలను ఒకే వేగ క్రమంలో కదిలిస్తాయని తెలుసుకున్నారు. అది ఎగిరే తీరును మార్చుకోవలసి ఉంటే, రెక్కలు కదిలించే విస్తారాన్ని, వాటి వాలును మాత్రమే మారుస్తాయి (చలి వాతావరణంలో మాత్రం రెక్కలు కదిలించే వేగం కూడా మారుతుంది). అందుకే కీటకాల రొద, అన్నికాలాల్లో, అన్ని సమయాల్లో ఒకే విధంగా ఉంటుంది. మామూలు ఈగ, నాలుగు శృతిలో చప్పుడు చేస్తుంది. అది రెక్కలను సెకండుకు 352 సార్లు కదిలిస్తుంది. తుమ్మెద తన రెక్కలను సెకండుకు 220 సార్లు ఆడిస్తుంది. తేనెటీగ మాత్రం 440 సార్లు రెక్కలు అల్లారుస్తుంది. తేనెతో బరువెక్కినపుడు దాని వేగం సెకండుకు 330కి పడిపోతుంది (శృతి ఆరు). పేడపురుగుల రొద

తక్కువ శృతిలో ఉంటుంది. దోమలు మాత్రం రెక్కలను సెకండుకు 500 – 600 సార్లు ఆడిస్తాయి. కేవలం వీటితో పోల్చిచూడడానికి మరో విషయం. విమానం ప్రొపెల్లరు సెకండుకు కేవలం 25 సార్లు మాత్రమే తిరుగుతుంది.

ఏనికిడిలో భ్రమలు :

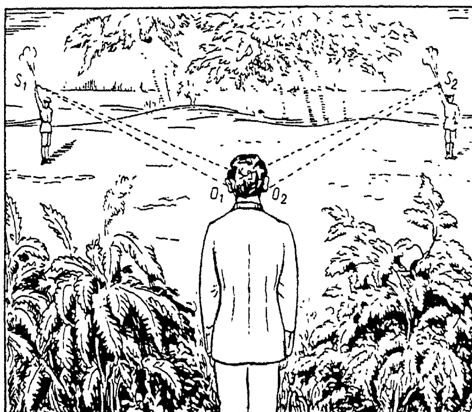
ధ్వని చిన్నదిగా ఉన్నప్పుడు, ఏకారణం వల్లనయినా సరే, అది దూరంనుండి వస్తున్నదని మనం అనుకుంటే, వెంటనే ధ్వని పెద్దదయినట్లు అనిపిస్తుంది. మనం తరచు ఈ భ్రమకు గురవుతుంటాము, కానీ మామూలుగా దాన్ని పట్టించుకోము. అమెరికన్ మనస్తత్వశాస్త్రవేత్త తన గ్రంథంలో ఒక విచిత్ర సంఘటనను గురించి రాశారు.

"ఒకనాటి రాత్రి, చాలా సేపటి వరకు చదువుతూ కూర్చున్నాను. ఇంటి పై భాగంలో నుంచి ఏదో విపరీతమయిన ధ్వని వచ్చి, గదంతా నిండినట్లు అనిపించింది. ఆ ధ్వని కాసేపు ఆగి, తిరిగి మొదలయింది. నేను హాలులోకి పోయి పరీక్షగా విన్నాను. ధ్వని లేనేలేదు. తిరిగి వచ్చి నా చోటున కూచున్నాను. ధ్వని తిరిగి మొదలయింది. తగ్గు స్థాయిలో, బలంగా, భయంకరంగా, ఉప్పెనలాగ ధ్వని వస్తున్నది. ధ్వని విశ్వమంతటా నిండినట్లుంది. అదిరిపోయి నేను తిరిగి హాల్లోకి వచ్చి విన్నాను. ధ్వని లేనేలేదు. గదిలోకి రెండవసారి వచ్చిన తర్వాత సంగతి తెలిసిపోయింది. చిన్న టెర్రియర్ కుక్క నేలమీద పడుకుని గుర్రు పెడుతున్నది. ముఖ్యమయిన విషయం ఒకటుంది. సంగతేమిటో తెలిసిన తర్వాత, ఆ ధ్వని, ప్రయత్నించిన ఇంతకు ముందులా భయంకరంగా వినపడలేదు."

మీకు కూడా ఇటువంటి అనుభవాలు ఏమయినా ఉన్నాయా? నాకు మాత్రం చాలాసార్లే ఇలాంటివి జరిగాయి.

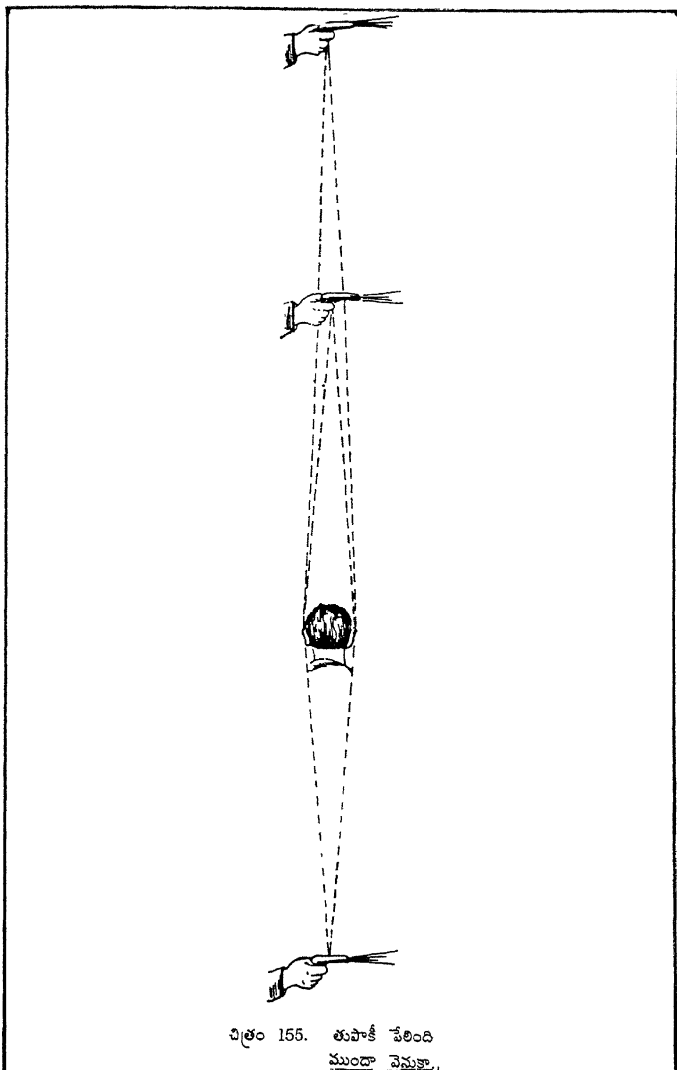
కీచురాయి ఎక్కడ ఉంది?

మనం మామూలుగా, ధ్వని ఎంతదూరం నుండి వస్తున్నదనే విషయంలో గాక, అది ఎటునుండి వస్తున్నదీ తెలుసుకోవడంలో తప్పులు చేస్తుంటాము. తుపాకీ పేలింది, ఎడమ వైపా, లేక కుడివైపా సులభంగా చెప్పవచ్చు (చిత్రం 154). అయితే, అది పేలింది మన ముందువేపున లేక వెనకనా అనేది మాత్రం సరిగా గుర్తించలేకపోతాము. మనకు ముందు జరిగిన ప్రేలుడును మామూలుగా వెనకే జరిగినట్లు భావిస్తాము. ధ్వని తీవ్రతను బట్టి, ప్రేలుడు దగ్గరనా, దూరంలోనా మాత్రమే మనం చెప్పగలుగుతాము.



చిత్రం 154. తుపాకీ ఎక్కడ పేలింది? కుడిపక్కనా, ఎడమ పక్కనా?

ఇప్పుడొక మంచి ప్రయోగం. మీ మిత్రుడి కళ్లకు గుడ్డకట్టి గదిమధ్యలో కూచోబెట్టండి. అతన్ని తల కదల్చకుండా నిశ్చలంగా కూచోమనండి. మీరు అతనికి సరిగ్గా, ఎదురుగా నిలబడి, రెండు నాణాలను ఒక దాని మీద ఒకటి తగిలించి చప్పుడు చేయండి. ధ్వని ఎక్కడి నుంచి వచ్చిందీ, చెప్పమని అతన్ని అడగండి. అతను మీరుండే చోటును మాత్రం చెప్పలేడు. మీరు ఆ ప్రత్యేకస్థానం నుండి కదిలితే, అతని అంచనా కొంచెం మెరుగవుతుంది. ధ్వని పుట్టిన వేపు చెవికి, అది కొంచెం ముందుగా వినిపించడమే ఇందుకు కారణం.



చిత్రం 155. తుపాకీ పేలింది ముందా వెనుకా?

గడ్డిలో దాగుండి చప్పుడు చేస్తున్న కీచురాయి ఎక్కడ ఉన్నదీ తెలుసుకోలేక పోతాము. అందులోని కిటుకు కూడా ఈ ప్రయోగం వంటిదే. ధ్వని మీ కుడివేపు

నుండి వస్తున్నట్లు అనిపిస్తుంది. అటువేపు మళ్లితే ఏమి ఉండదు. ఈ సారి ఎడమన ఉంటుంది. అటువేపు తిరిగితే, అది మరింకో వేపునుండి వినబడుతుంది. తల ఎంత వేగంగా తిప్పితే అంత వేగంగా అదృశ్య గాయకుడు కదులుతుంటాడు. అయితే కీచురాయి ఉన్నచోటే ఉంటుంది. అది గంతులు వేసి అటు ఇటు పోవడం మన భ్రమ మాత్రమే. అదే వినికిడి భ్రమ!

కీచురాయి మనకు ఎదురుగా వచ్చేట్లు తల తిప్పడం, మనం చేసే పెద్ద తప్పు. ఈ దిశలో చప్పుడు వచ్చే తీరు సరిగా తెల్సుకోలేక పోతామని మీరు ఇదివరకే గ్రహించి ఉంటారు. మీరు దూరంగా ఉండే కీచురాయి, కోయిల, లేదా మరే ఇతర ధ్వనినయినా తెలుసుకోదలుచుకుంటే, ఆ వేపు మాత్రం మళ్లకండి. నిజానికి, ఎవరయినా చెవులు రిక్కించి జాగ్రత్తగా వినాలనుకున్నప్పుడు చేసేది. ఈ పనే!

చెవులు చేసే మోసాలు :

కరకరలాడే తిండిపదార్థాన్ని దేన్నయినా కొరుకుతుంటే, చెవులు గడియలు పడేంత ధ్వని పుడుతుంది. అదే తిండిని పక్క వారెవరయినా తింటుంటే మనకు తెలియను కూడా తెలియదు. ఇదెలాగ సాధ్యం? మనం అలా చేసే ధ్వనిని కేవలం మనం ఒక్కరమే వినగలుగుతాము. అది పక్కవారికి వినపడదు. సాగే గుణంగల గట్టి వస్తువు లన్నింటిలాగే మన తలలో ఎముకలు గూడా, ధ్వనిని తమగుండా బాగా ప్రసరింపనిస్తాయి. ధ్వని ఎంత సాంద్రమయిన వస్తువులోనుండి ప్రసర్తిస్తే, అంత గట్టిగా వినబడుతుంది. ఎదుటివారు, కరకర తిండి వస్తువుతో చేసే చప్పుడు మనదాకా గాలిలో ప్రసరించి చేరుతుంది. కాబట్టి వినిపించదు. మనం నమిలితే అది ఎముకల ద్వారా చెవికి చేరుతుంది. అందుకని అది రణగొణగా వినబడుతుంది.

ఈ ప్రయోగం చేసి చూడండి. జేబుగడియారం గొలుసు రింగును నోటకరిచి పట్టుకోండి. ఇప్పుడు చెవులు మూసుకోండి, గడియారపు టిక్కు టిక్కుధ్వని తల ఎముకలలో పెద్దదయి. మీ మెదడులో సుత్తెలతో మోదినంత పెద్దగా వినిపిస్తుంది.

పాశ్చాత్య సంగీతకారుడు బెథోవెన్ చెవిటి వాడయిన తర్వాత కూడా, పియానో సంగీతం వినేవాడని వినికిడి. అతను తన చేతి కర్రను నోటితో కరచి పట్టుకుని దాని రెండవచివరను పియానోకి తగిలించి ఉంచేవాడని కథగా చెపుతారు. ఇదే పద్ధతితో చెవిటి వారు సంగీతం వింటూ డాన్సు కూడా చేయగలరు. అయితే వారి చెవిలోపలి భాగాలకు మాత్రం ఎటువంటి హానికలిగి ఉండకూడదు. తలలోని ఎముకల ద్వారా సంగీతం వారి శ్రవణనాడికి చేరుతుంది.

మరి ఎక్కడి నుండో ధ్వని వస్తున్నట్లు మాట్లాడే 'వెంట్రిలోక్విజం' కూడా వినడంలో గల ఈ విచిత్ర లక్షణాల మీద ఆధారపడినదే.

ధ్వని ఎక్కడి నుంచి వస్తున్నదీ, ఎంత దూరం నుండి వస్తున్నది. తెలుసుకోలేక

పోవడం, అనే లక్షణం వల్లనే వెంట్రిలోక్విజమ్ భ్రమ కలుగుతుంది. మామూలుగా కూడా మన అంచనాలు ఉజ్జాయింపుగా ఉంటాయి. అసాధారణ పరిస్థితులలోనయితే, మనమీ ధ్వని విషయంలో మరింతగా తప్పులు చేస్తాము. వెంట్రిలోక్విజమ్ లోని రహస్యం తెలిసి ఉండి నేను కూడా, ఆ ధ్వని వచ్చే చోటు గురించిన భ్రమనుండి తప్పించుకోలేక పోయాను.

2

నిత్యజీవితంలో భౌతిక శాస్త్రం

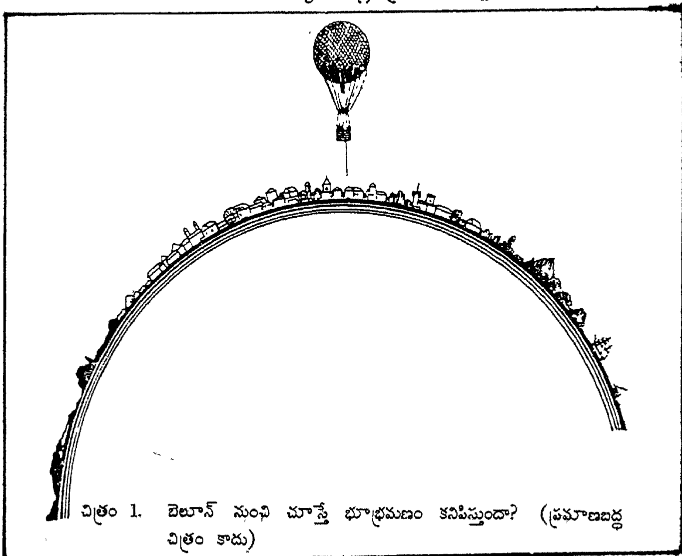
ఇందులో.....

యంత్రశాస్త్రం-మూలసూత్రాలు

ప్రయాణానికి అతిచవక పద్ధతి

పదిహేడవ శతాబ్దికి చెందిన ఫ్రెంచి రచయిత సిరానో డి బెర్జెరాక్ తనకు జరిగిందంటూ ఒక వింత విషయాన్ని, తన గ్రంథం "హిస్టరీ ఆఫ్ లూనార్ స్టేట్స్ అండ్ అంపైర్స్"లో వర్ణించాడు. ప్రయోగశాలలో పనిచేస్తుండగా అతను తన పరికరాలన్నింటితో బాటు, ఆకాశంలోకి ఎగిరిపోయాడట. కొన్ని గంటల తర్వాత క్రిందకు దిగి చూస్తే, ఆశ్చర్యంగా, అతను దిగింది ఫ్రాన్సు దేశం కానేకాదు. యూరపులో మరే చోటూ కాదు. అతను దిగింది కెనాడా దేశంలో! అట్లాంటిక్ సముద్రం దాటి తాను చేసిన ఆ విచిత్ర ప్రయాణం వాస్తవంగా కూడా సాధ్యమవుతుందని బెర్జెరాక్ నమ్మాడు. అతను ఎగిరి గాలిలో నిలిచి ఉండగా క్రింద భూమి మాత్రం తూర్పు దిశగా తిరుగుతూనే ఉంది. అందుకే అతను దిగే సమయానికి, క్రింద కెనడా వచ్చేసింది అంటాడాయన.

ప్రయాణానికి ఎంతో చవక, సులభం అయిన మార్గం కదూ ఇది! పైకెగిరి పోయి గాలిలో కాసేపు తేలుతూ నిలబడితే సరి. కొన్ని నిమిషాల్లోనే పడమటి దిశగా మరోచోట దిగిపోవచ్చు. ఈ మాత్రానికి ప్రయాణాల పేరిట అంతగా కష్టపడటం దండగే కదూ! గాలిలోకి ఎగిరి, గమ్యం కాళ్ల క్రిందకు వచ్చేదాకా వేచి ఉంటే సరి!



చిత్రం 1. బెలూన్ నుంచి చూస్తే భూభ్రమణం కనిపిస్తుందా? (ప్రమాణబద్ధ చిత్రం కాదు)

అయితే, ఈ పద్ధతి కేవలం ఊహల్లో మాత్రమే సాధ్యమవుతుంది. గాలిలోకి ఎగిరి నిలబడతాం సరేగాని, నిజానికి మనం భూమాత నుండి పూర్తిగా విడిపోవడం జరగదు. ఈ గాలిపొర భూమితో బాటే అక్షం మీద కదులుతూ ఉంటుంది. మనం ఆ గాలి పొరలోనే ఉంటాం. గాలిలోని క్రింది దట్టమయిన పొరలు గ్రహంతో బాటే కదులుతూ ఉంటాయి. దానితో బాటే ఆ పొరలోని మేఘాలు, విమానాలు పక్షులు, కీటకాలు కూడా తిరుగుతూ ఉంటాయి. గాలిగనక భూమితోబాటు కలిసి ఇలా తిరగక పోతే, మనం నిరంతరం తుఫానులాంటి పరిస్థితిలో చిక్కుకుంటాం. నిజమయిన తుఫానులు ఈ పరిస్థితి ముందు దిగదుడుపే. (తుఫానులో గాలి సెకండుకు 40 మీటర్లు అంటే గంటకు 144 కి.మీ.ల వేగంతో వీస్తుంది. గాలి గనక విడిగా ఉంటే లెనిన్ గ్రాడ్ లాంటి ప్రాంతంలో భూమి కదలికవల్ల మనకు సెకండుకు 230 మీటర్లు అంటే గంటకు 828 కి.మీల వేగంతో గాలి తగులుతుంది) మనం స్థిరంగా నిల్చబడి గాలి వేగంగా వీచినా లేక గాలి స్థిరంగా నిలబడి అందులోంచి మనం వేగంగా కదిలినా ఫలితం ఒకే లాగ ఉంటుంది. రెండు సందర్భాల్లోనూ గాలి తాకిడి తప్పదు. చాలా ప్రశాంతంగా ఉండే వాతావరణంలో కూడా, మోటారు సైకిలు మీద వేగంగా దూసుకు పోయే వ్యక్తికి బలమయిన ఎదురుగాలి తగులుతూనే ఉంటుంది.

ఇక మనం ఒక వేళ, ఈ వాతావరణం, గాలి నుండి తప్పించుకుని ఇంకా పైకిపోయినా, లేక భూమి చుట్టూ గాలిపొర లేకుండా పోయినా సరే, ఫ్రెంచి రచయిత గారు ఊహించిన చవక ప్రయాణం వీలుపడదు. నిరంతరం తిరుగుతూ ఉండే భూమినుండి విడిపడిన తర్వాత కూడా మనం, జడత్వం (ఇనర్షియా) అనే శక్తివల్ల అదే వేగంతో కదులుతూనే ఉంటాం. క్రింద భూమి ఎంతవేగంగా తిరుగుతుందో అంతే వేగంగా మనం పైన కదులుతూ ఉంటాం. క్రిందకు దిగితే తప్పకుండా బయలుదేరిన చోటికే చేరుకుంటాం. వేగంగా పరుగెడుతున్న రైల్లో పైకెగిరి దూకితే, తిరిగి ఎగిరిన చోటే పడతాం గదా! అయితే జడత్వం వల్ల కదిలే తీరు ఋజు మార్గంలో ఉంటే భూమి కదలిక మాత్రం చాపంలో ఉంటుంది. కానీ తక్కువ సమయాల్లో ఈ రెండు రకాలవల్ల అంతగా తేడా రాదు.

భూమీ! ఆగిపో!

ప్రఖ్యాతి గాంచిన బ్రిటిష్ సైన్స్ ఫిక్షన్ రచయిత హెచ్.జి.వెల్స్ అద్భుతాలు చేసిన ఆఫీసు గుమాస్తా గురించి కథ ఒకటి చెప్పుతాడు. ఆ యువకుడు సాధారణమయిన మనిషే. కానీ అతనికి ఒక విచిత్రమయిన శక్తి లభించింది. అతను ఏది కోరుకున్నా సరే, వెంటనే జరిగి తీరుతుంది. అయితే, ఈ అద్భుత శక్తితో అతనికి కష్టాలే వచ్చాయి. మనం మాత్రం ఇక్కడ అతని కథలో చివర భాగాన్ని గమనించాలి.

ఒక నాటి రాత్రి అతను మిత్రులతో బాటు సరదాగా చాలా సేపు గడిపాడు. మరీ తెల్లవారు ఝామున ఇంటికి వెళితే ఏమంటారోనని అతనికి భయమేసింది. ఈ చిక్కుల్లో నుంచి బయటపడడానికి, తనకు గల అద్భుత శక్తిని ఉపయోగించి,

రాత్రిని మరింత పెంచితే బాగుంటుందనిపించింది. అదెలా చేయడమా? అని ఆలోచించి, అతను చివరకు నక్షత్రాలను ఎక్కడికక్కడే ఆగిపొమ్మని ఆజ్ఞాపించాడు. కానీ అలా జరగలేదు. మిత్రులేమో చంద్రుడిని ఆపివేయమని సలహా ఇచ్చారు. అతను చంద్రుడికేసి కాసేపు చూచి "అది కూడా కుదరదేమో!" అన్నాడు.

"ఎందుకూ?" అన్నాడు మిస్టర్ మేడిగ్. "అవును నిజమే చంద్రుడు ఆగే ప్రశ్నే లేదు. నువ్వు భూమి తిరగడాన్ని ఆపితే సరి. దానివల్ల జరిగే ముప్పు కూడా ఏదీ ఉండదు.!"

దీర్ఘంగా నిట్టూర్చాడు ఫాదరింగే. "సరే! ప్రయత్నించి చూస్తాను"

అతను చొక్కా గుండీలు పెట్టుకున్నాడు. నమ్మకాన్ని అంతా కూడగట్టుకుని, భూగోళాన్ని అర్థించాడు. 'ఒక్కసారి ఆగిపోగూడదూ?'

ఇంకేముంది! నిమిషానికి డజన్ల మైళ్ల వేగంతో అతను గాలిలో కొట్టుకోసాగాడు. అలా గిరికీలు కొడుతూనే అతను మనసులో "నేను జాగ్రత్తగా కిందకు దిగిపోవాలి. ఏం జరుగుతున్నా సరే, నేను మాత్రం దిగిపోవాలి." అనుకున్నాడు.

అతను సరియయిన సమయానికే కోరిక వెలి బుచ్చాడు. వేగంగా వచ్చి దెబ్బలు మాత్రం ఏవీ తగలకుండానే ఒక మెత్తటి మట్టికుప్పమీద పడిపోయాడు. అటుగా ఒక భవనం కూలి అందులోని ఇటుకలు, చువ్వలు ఎగిరిపోతున్నాయి. అవి వెళ్లి బాంబుల్లాగా ఇతర భవనాలకు తాకుతున్నాయి. ఒక పశువు ఎగురుకుంటూ వచ్చి గోడకు గుద్దుకుని గుడ్డులాగ చితికి పోయింది. భీకరంగా గాలి వీస్తున్నది. అతనికి తల ఎత్తడానికి కూడా వీలు కుదరడంలేదు.

"భగవంతుడా!" అనుకున్నాడు మిస్టర్ ఫాదరింగే ఊపిరి బిగబట్టుకుని, "ఏదో కొంప మునిగింది. ఈ తుఫానులు, ఉరుములు ఏమిటిదంతా? ఆ మేడిగ్ చెప్పినందుకే గదా ఇదంతా?"

రెపరెపలాడుతున్న తన చొక్కాను సరిచేసుకుంటూ చుట్టూ కలియజూశాడు. "ఆకాశం మాత్రం బాగానే ఉంది చంద్రుడు అదుగో, మిగతా అంతా మాత్రం అల్లకల్లోలం అయింది. అసలు ఊరు ఏదీ? అసలు ఈ గాలి ఎందుకిలా వీచడం ప్రారంభించింది? నేను గాలిని ఏమీ ఆజ్ఞాపించలేదే?" అనుకున్నాడతను.

అతను లేచి నిలబడాలని ప్రయత్నించాడు. వీలు కాలేదు. ఒకటి రెండు సార్లు కష్టపడిన తర్వాత చేతులు, కాళ్లు నేలకానించి పైకి లేచాడు. వెన్నెలలో కనబడే వివరాలన్నీ తేరిపార జూచాడు. చొక్కా తల మీద జండాలాగ ఎగురుతున్నది. "మొత్తానికేదో జరగరానిదే జరిగింది. అంతుబట్టడం లేదే!"

తన అద్భుతశక్తివల్లే ఇలా జరిగిందని అతనికి తెలిసిపోయింది. అతనికా శక్తి మీద వెగటు పుట్టింది. మేఘాలు వచ్చి చంద్రుడిని కప్పేశాయి. అంతా చీకటి అలుముకుంది. గాలి మాత్రం ఉప్పెనగా వీస్తున్నది. గాలి, నీరు, వాతావరణమంతా నిండిపోయాయి. తన క్రిందగూడ నీరు ప్రవహిస్తూ రావడం అతను గమనించాడు.

"ఆగిపో! దయచేసి ఆగిపో!" అతను కదిలే నీటిని శాసించాడు.

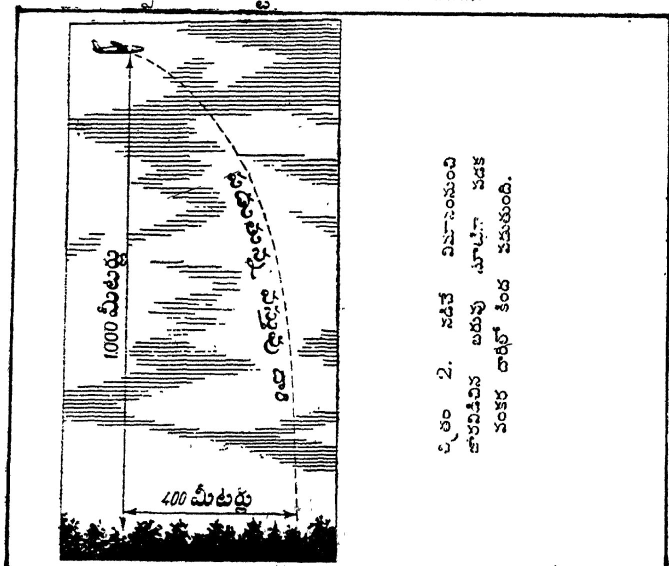
"ఒక క్షణం పాటు అంతా ఆగండి!" ఉరుములను మెరుపులను శాసించాడు. అతనలాగే నాలుగు కాళ్లమీద నిలబడ్డాడు. అంతా సవ్యమవుతుందన్న ఆశతో. "నేను "ఆఫ్" అనే దాకా నేను ఆజ్ఞాపిస్తుందేదీ జరగకూడదు!" అన్నాడతను.

"అన్నిటికన్నా ముందు! నా ఆజ్ఞలు ముగిసీ ముగియగానే నా ఈ అద్భుతశక్తి మాయంకావాలి. నా కోరికలు కూడా మిగతా వారందరి కోరికల్లాగే మామూలువయిపోవాలి. ఈ భయంకరమయిన అద్భుతాలన్నీ ఆగిపోవాలి."

ఇక రెండవది. ఈ అద్భుతాలు మొదలవక ముందు ఎలా ఉందో అలాంటి పరిస్థితి రావాలి. ఇక అద్భుతాలు వద్దు. అంతా ముందటిలాగే ఉండాలి. నేను లాంగ్ డ్రాగన్‌లో, మందు పుచ్చుకోకముందు ఎక్కడ ఉన్నానో అక్కడ ఉండాలి.

విమాన తపాలా

మీరు ఆకాశంలో ఎగురుతున్న ఒక విమానంలో ఉన్నారనుకోండి. కిందకు చూస్తే తెలిసిన ప్రదేశాలు కనబడతాయి. అందులో మీ మిత్రుని ఇల్లు దగ్గరబడుతోంది. అతనికొక చీటీ రాసి పడేస్తే బాగుంటుందని. మీకు అనిపిస్తుంది. కాగితం తీసుకుని నాలుగు లైన్లు గబగబా రాసేసి, దాన్ని ఒక బరువు చుట్టూ చుట్టి ఉంచుతారు. మీ మిత్రుడి ఇల్లు సరిగ్గా విమానం కిందకు రాగానే దాన్ని క్రిందకు జారవిడుస్తారు. మీరు వదిలిన ఆ బరువు, ఉత్తరం సరిగ్గా మీ మిత్రుని అంగణంలో పడుతుందని అనుకుంటే పప్పులో కాలేసినట్టే! అది అలా పడనే పడదు.



చిత్రం 2. ఎగిరే విమానంలోంచి పడేసిన బరువు సూటిగా పడక వంకర దార్లో కింద పడుతుంది.

కిందపడే బరువును గమనిస్తే మీకొక విచిత్రం కనబడుతుంది. బరువు కిందకు పడుతూనే విమానంతోబాటు ముందుకు కూడా కదులుతుంది. విమానానికి దాన్ని దారంతో కట్టారేమో ననిపిస్తుంది. అందుకని అది నేలను చేరేసరికి గమ్యం నుండి చాలా దూరంగా పడుతుంది.

బెర్ట్వెరాక్ సూచించిన చవక ప్రయాణం వీలుకాకుండా చేసిన జడత్వం అనే శక్తి ఇక్కడ కూడా తన ప్రభావం చూపుతుంది. బరువు విమానంలో ఉన్నప్పుడు, విమానంతోబాటే ముందుకు కదులుతూ ఉండేది. అది విమానంలోనుండి బయటకు వచ్చినాగానీ; దాని ఆ కదలిక వేగం మాత్రం ఒక్కసారిగా ఆగిపోదు. అది కిందకు పడుతూనే, విమానంతో బాటు ముందుకు కూడా కదులుతుంది. ఈ రెండు రకాల కదలికలు కలగలుస్తాయి. అందుకని బరువు ఒక వంపు దిరిగిన మార్గంలో కదులుతుంది. భూమి మీద ఒక వస్తువును ముందుకు విసిరితే ఎలా పోతుందో అలాగే ఇదికూడా పోతుంది. నేల బారుగా పేల్చిన తుపాకీలో గుండు ముందుకు పోతూనే రాను రాను కిందకు కూడా పడుతుందిగదా!

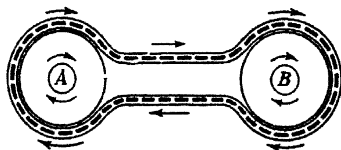
ఈ చెప్పినదంతా, గాలి ఏమాత్రం లేనప్పుడు మాత్రమే వీలవుతుందని గమనించాలి. గాలి నిలువు, ముందు కదలికలు రెంటికీ అడ్డుతగులుతుంది. అప్పుడు కిందపడే బరువు విమానంతో పోలిస్తే వెనకబడిపోతుంది.

విమానం చాలా ఎత్తులో, చాలా వేగం ఎగురుతుండే పక్షంలో అందులోంచి పడవేసిన బరువు, గమ్యానికి చాలా దూరంలో పడుతుంది. గాలి లేని రోజునయితే వెయ్యి మీటర్ల ఎత్తున గంటకు వంద కి.మీల వేగంతో ప్రయాణించే విమానం నుండి పడవేసిన బరువు, గమ్యానికి 400 మీటర్ల దూరంలో పడుతుంది. బరువును పడవేసినపుడు, గమ్యం, సూటిగా విమానం క్రిందే ఉంటుంది. ఈ సమస్యకు సమాధానాన్ని సులభంగానే గుర్తించవచ్చు. అయితే గాలి గురించి మాత్రం లెక్క వేయకూడదు. స్థిరమయిన త్వరణం గల వస్తువు, ఎంత దూరం పోతుందనడానికి సూత్రం $s = \frac{gt^2}{2}$ ఇందులో g అనగా గురుత్వాకర్షణ త్వరణము $= 9.8$మీ/సె^{2}, ఇందులోంచి పతన కాలానికి సూత్రాన్ని $t = \sqrt{2s/g}$ గా గుర్తించవచ్చు. 1000 మీ.ల ఎత్తునుండి ఒక బరువు కిందపడాలంటే $\sqrt{\frac{2\times1000}{9.8}}$ లేదా 14 సెకండ్లు. ఈ సమయంలో ఆ రాయి ముందుకు వెళ్లే దూరం $\frac{1,00,000}{3600} \times 14 = 390$ మీటర్లు.

నాన్‌స్టాప్ రైలు

మీరు ఒక మామూలు రైల్వే ప్లాట్‌ఫాం మీద నిలబడి ఉండి, పక్కనుండి దూసుకువెళ్లే ఎక్స్‌ప్రెస్ రైల్లోకి ఎక్కగలగాలంటే గొప్ప సర్కస్‌ఫీట్లు చేతనయి ఉండాలి. కానీ, ఆ ప్లాట్‌ఫాం కూడా కదులుతున్నదనుకోండి, పైగా రైలు వెడుతున్న దిశలోనె అంతే వేగంతో కదులుతున్నదనుకోండి. అప్పుడు నడిచే రైల్లోకి ఎక్కడం కష్టమవుతుందా?

కానేకాదు. నిలబడిన రైలులోకి ఎంత సులభంగా ఎక్కగలుగుతారో, అంతే

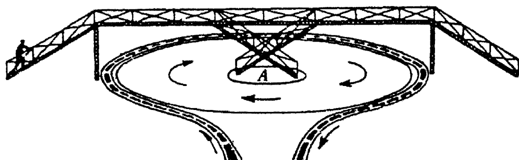


చిత్రం 3. ఎ, బి స్టేషన్ల మధ్య ఆగకుండా నడిచే రైలు మార్గం బొమ్మ అది ఎలా పనిచేసేది తరవాతి బొమ్మలో చూడండి.

సులభంగా నడిచే రైల్లోకి ఎక్కగలుగుతారు. మీరూ, రైలు ఒకే దిశలో ఒకే వేగంతో కదులుతుంటే, మీతో సాపేక్షంగా, ఆ రైలు నిలబడి ఉన్నట్లే లెక్క. దాని చక్రాలు తిరుగుతుంటాయి. మీకు మాత్రం అవి ఒకే చోట తిరుగుతున్నట్లుంటాయి.

నిజానికి స్థిరంగా ఉన్నాయని మనం అనుకుంటున్న వస్తువులన్నీ, ఉదాహరణకు స్టేషనులో నిలబడ్డ రైలు వగైరాలు, మనతో బాటు, భూమి అక్షం మీద భూమితోబాటు సూర్యుని చుట్టు తిరుగుతున్నవే. అయితే ఈ కదలిక వల్ల మనకు ఎలాంటి చికాకు లేదుగాబట్టి, దాన్ని మనం పట్టించుకోనవసరం లేదు.

రైలు, ఆగనవసరం లేకుండానే, ప్రయాణికులు అందులోకి ఎక్కడం, దిగడం, కనీసం సిద్ధాంతపరంగానయినా వీలయ్యేదే. ఇలాంటి ఏర్పాట్లు ప్రదర్శనలు, మొదలయిన వాటిని చూడవచ్చినవారు త్వరగా చూడగలిగేందుకు ఏర్పాటు చేస్తారు. ప్రదర్శన యొక్క ప్రవేశద్వారం, వెలికి వచ్చే ద్వారాలను కలుపుతూ ఒక నాన్‌స్టాప్ రైలుంటుంది. కదులుతుండే ఆ రైలులోంచి ప్రజలు ఇష్టం వచ్చినప్పుడు, ఇష్టం వచ్చినచోట దిగవచ్చు, లేదా ఎక్కవచ్చు.



చిత్రం 4. ఆగకుండా నడిచే రైలు తాలూకు స్టేషను

చిత్రం 3,4,లలో ఈ ఏర్పాటును గురించిన నమూనాలు చూడవచ్చు. చిత్రం 3లో A, Bలు ప్రదర్శనలోని రెండు చివరలు, ఈ రెండింటిలోను వృత్తాకారంలో ఒక కదలని ప్లాట్ ఫాం ఉంటుంది. దాని చుట్టు పెద్ద కదిలే భాగం ఉంటుంది. ఇది గుండ్రంగా తిరుగుతూ ఉంటుంది. ఈ రెండు ప్లాటుఫాంల అంచులను తాకుతూ రైలు పెట్టెల వరుస ఉంటుంది. ప్లాటుఫాంలో తిరిగే భాగాలు, రైలు పెట్టెలు ఒకే వేగంతో కదులుతుంటాయి. కదిలే భాగం మీద ఉండే మనుషులు,

కదిలే రైల్లోకి ఎక్కగలుగుతారు. అందులోంచి దిగగలుగుతారు. దిగిన తర్వాత ప్రయాణికుడు (A, B) చక్రాల మధ్యలో గల కదలని భాగం వేపుగా వస్తాడు. తిరుగుతున్న చక్రంలోపలి అంచునుండి, కదలని భాగం మీదకు దాటడం సులభమే. తక్కువ వ్యాసార్ధంగల లోపలి అంచు కదలిక కూడా తక్కువగానే ఉంటుంది. చక్రం వెలుపలి అంచులోని స్థానాలకన్నా, లోపలి అంచులో స్థావరాలు తక్కువవేగంగా కదలడం సహజమే. కదలని భాగానికి చేరిన ప్రయాణికులు, ఒక వంతెన సాయంతో వెలుపలికి వెళ్లిపోతారు.

ఈ రైలు మాటిమాటికి ఆగనవసరం లేదు గాబట్టి ఎంతో సమయం, ఇంధనశక్తి ఆదా అవుతాయి. రైళ్లు, ట్రాములు మొదలయినవి ఈ ఆగడం, మళ్లీ వేగం అందుకోవడంలోనే చాలామటుకు సమయాన్ని, మూడింట రెండువంతుల ఇంధనాన్ని వ్యర్థం చేస్తుంటాయనేది అందరికీ తెలిసినదే.

ట్రాము ఆగేముందు వేగం తగ్గడానికి వ్యర్థమయే శక్తిని, ట్రాములోని విద్యుత్తు మోటార్లను డైనమోలుగా వాడడం ద్వారా ఆదా చేసుకోవచ్చు. అందులో పుట్టిన విద్యుత్తును తిరిగి ట్రాము నడవడానికి వాడుకోవచ్చు. ఈరకంగా చేయడం ద్వారా బెర్లిన్ నగర శివార్లలోగల చార్లటన్ బుర్గ్‌లో విద్యుత్తు ఖర్చును 30 శాతం దాకా తగ్గించారు.

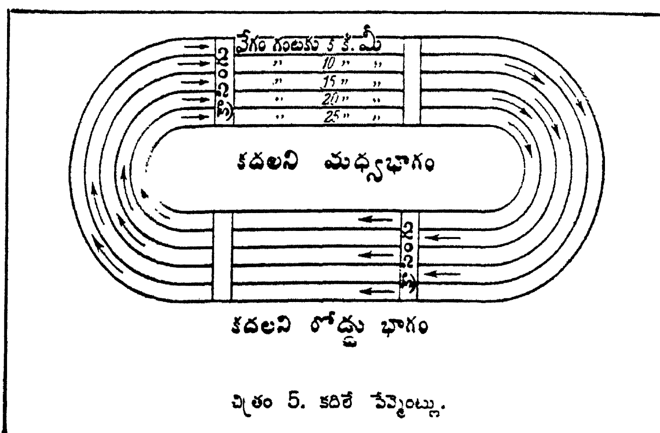
ఇలా ప్రత్యేకంగా కదిలే ప్లాట్‌ఫాం లేకుండా కూడా, కదిలే రైళ్లనుండి ప్రయాణికులు దిగడం, అందులోకి ఎక్కడం వీలయేలా చేయవచ్చు. ఒక ఎక్స్‌ప్రెస్ రైలు, కదలని మామూలు ప్లాట్‌ఫాం పక్కగా దూసుకు పోతున్నదనుకోండి. అందులోకి ఆగనవసరం లేకుండానే మరికొందరు ప్రయాణికులు ఎక్కాలి. అందుకోసం, ఆ రైలు మార్గం పక్కనేగల మరొక మార్గం మీద ఉండే మరొక ట్రెయిన్‌లోకి ఈ ప్రయాణికులు ఎక్కాలి. ఈ రైలు కూడా ఎక్స్‌ప్రెస్‌తో సమానంగా వేగం అందుకోవాలి. రెండు ట్రెయినులు పక్క పక్కగా వస్తే, ఒక దానితో ఒకటి పోలిస్తే అవి కదలకుండా ఉన్నట్లే లెక్క. అప్పుడు రెండవ ట్రెయిన్‌లోంచి ప్రయాణికులు సులభంగా ఎక్స్‌ప్రెస్‌లోకి ప్రత్యేకమయిన గాంగ్ వేల పైగా దాటి చేరుకోవచ్చు. అలాంటి ఏర్పాట్లు ఉంటే రైళ్లు స్టేషన్లలో ఆగనవసరం లేదు.

కదిలే పేవ్‌మెంట్లు

చలనంలో సాపేక్షతను ఆధారంగా పనిచేసేవే, ప్రదర్శనలు మొదలయిన చోట్ల ఏర్పాటు చేసే "కదిలే పేవ్‌మెంట్లు" ఇలాంటివి. తొలిసారిగా 1893లో షికాగో ఫెయిర్‌లో ఏర్పాటు చేశారు. 1900 సంవత్సరంలో పారిస్ ఫెయిర్‌లో కూడా కదిలే పేవ్‌మెంట్స్ అమర్చారు.

చిత్రం 5లో రకరకాల వేగాలతో కదిలే పేవ్‌మెంట్లు చూపబడ్డాయి. అన్నిటికన్నా వెలుపలిది చాలా తక్కువ వేగంతో కదులుతుంది. అది గంటకు అయిదు కిలోమీటర్ల

వేగం మాత్రమే. మనం సాధారణంగా నడిచే వేగం కూడా అంతే. కాబట్టి బయటివారు దాని మీదకు సులభంగా చేరుకోవచ్చు. ఇక రెండవది గంటకు 10 కి.మీ. వేగంతో కదులుతుంది. బయటినుండి నేరుగా దీని మీదకు రావాలంటే ప్రమాదమే. కానీ మొదటి పట్టీ మీదనుండి దీని మీదకు చేరడం తేలికే. అయిదు కిలోమీటర్ల వేగంతో కదిలే మొదటి పేవ్‌మెంట్ మీద ఉండేవారికి, పది కిలోమీటర్ల వేగంతో కదిలే రెండవ ప్లాట్‌ఫాం కేవలం అయిదు కి.మీల వేగంతోనే కదులుతున్నట్లు లెక్క. బయటినుండి తొలి పట్టీమీదకు చేరినంత సులభంగా, మొదటి పట్టీనుండి రెండవ దాని మీదకు చేరవచ్చు. ఇక మూడవ పేవ్‌మెంట్ పట్టీ వేగం గంటకు 15 కి.మీలు రెండవ దాని మీదనుండి దాని మీదకు కూడా సులభంగా చేరవచ్చు. అలాగే 20 కిలో మీటర్ల వేగంగల నాలుగవ, 25 కి.మీల వేగంగల అయిదవ పట్టీ మీదకు కూడా అలాగే చేరవచ్చు. ఈ అయిదవ దానిమీద ప్రయాణించిన వ్యక్తి సులభంగా తన గమ్యం చేరుకుని మళ్లీ పట్టీలు మారుతూ వెలుపలికి నేలమీదకు వచ్చేస్తాడు.



చిత్రం 5. కదిలే పేవ్మెంట్లు.

చిక్కుసూత్రం

న్యూటన్ గతిసూత్రాలలో మూడవదయిన "చర్య – ప్రతిచర్య" సూత్రం చాలా తికమక పెడుతుంది. దీన్ని గురించి అందరికీ తెలుసు. దీన్ని అనుకూలంగా వాడుకోవడం కూడా చాలామందికి తెలుసు. అయితే దీన్ని పూర్తిగా అర్థం చేసుకున్నవారు మాత్రం తక్కువేననాలి. మీకు తొలిసారిగానే దాని అర్థం పూర్తిగా బోధపడిందేమోగాని, నా మట్టుకు నాకు, దాన్ని కూలంకషంగా అర్థం చేసుకోవడానికి పదిసంవత్సరాలు పట్టిందని ఒప్పేసుకుంటాను.

నేను ఈ సూత్రం గురించి ఎవరితో చర్చించినా, అందరూ అది సరయినదనే

అంటారు. అయితే కొన్ని మార్పులు, చేర్పులు సూచిస్తారు కూడా! అది స్థిరమయిన వస్తువుల విషయంలోనయితే నిజమవుతుందంటారు. రెండు కదిలే వస్తువుల పరస్పర చర్యకు ఈ సూత్రాన్ని ఎలా అనువర్తింపజేయాలో, విప్పి చెప్పడం మాత్రం వారికి చేతకాదు. ఈ సూత్రం ప్రకారం ప్రతియొక్క చర్యకు, సమానము, వ్యతిరేకము అయిన ప్రతిచర్య ఉంటుంది. అంటే, ఒక గుర్రం బండిని లాగుతున్నప్పుడు, బండి కూడా అదే బలంతో గుర్రాన్ని వెనక్కు లాగుతున్నట్లే గదా! అలా జరిగితే బండి ఉన్నచోటే నిలిచిపోవాలిగదా! అయినా అది కదులుతూనే ఉంటుంది. ఈ వ్యతిరేక బలాలు, ఒక దానికొకటి సమానమయినపుడు, ఒక దాన్ని మరొకటి ఉపసంహరించాలి గదా! అలా ఎందుకు జరగదు?

ఈ మూడవ సూత్రం గురించి చర్చించినపుడల్లా ఈ వాదం ఎదురవుతుంటుంది. అంటే ఈ సూత్రం తప్పని అర్థమా? ఎంత మాత్రం కాదు. లోపమంతా మనం దాన్ని అర్థం చేసుకోవడంలోనే ఉంది. ఈ బలాలు రెండు వేరువేరు వస్తువుల మీద ప్రయోగింపబడుతున్నాయి. అందువల్లనే అవి వీగిపోవడం లేదు. ఒక శక్తి బండి మీద పనిచేస్తే, దాని వ్యతిరేకశక్తి గుర్రం మీద పనిచేస్తుంది. రెండు శక్తులు సమానమయినవన్నమాట వాస్తవమే! కాని అటువంటి వాటి వల్ల ఒకే రకమయిన చర్య జరగాలని ఉందా? రెండు సమాన బలాలు అన్ని వస్తువులకు ఒకే విధమయిన త్వరణాన్ని కలిగిస్తాయా? వస్తువు మీద బలం కలిగించే చర్య ఆ వస్తువు మీద కూడా ఆధారపడి ఉంటుంది గదా! ప్రతిచర్యకు కూడా ఇందులో పాత్ర ఉంటుంది. వీటన్నిటి గురించి ఆలోచించినట్లయితే, బండి గుర్రాన్ని వెనక్కు లాగుతున్నప్పటికీ, ముందుకు ఎందుకు కదులుతున్నదో అర్థమవుతుంది. బండి మీద ప్రయోగింపబడిన బలం, గుర్రం మీద ప్రయోగింపబడిన బలం, ప్రతిక్షణం సమానంగానే ఉంటాయి. అయితే గుర్రం నేలను కాళ్లతో తన్నుతూ నడుస్తుంది. బండి మాత్రం ఇరుసుమీద సులభంగా కదులుతుంది. అందుకే బండి, గుర్రం లాగుతున్న దిశలో కదులుతుంది. అంతేగాదు. బండి గనక గుర్రాన్ని వెనక్కు లాగకపోతే, బండి కదలడానికి గుర్రం అవసరమే ఉండదని కూడా అర్థం చేసుకోవాలి. బండిని ఒక తోపు తోస్తే చాలు కదలిపోతుంది. బండి యొక్క ప్రతి చర్యను, ఎదుర్కొనడానికే గుర్రం అవసరమవుతుంది.

"చర్యకు సమానమయిన ప్రతిచర్య " ఉంటుందని కాకుండా ఈ సూత్రాన్ని మరికొంత సులువుగా చెపితే విషయం సులభంగా అర్థమవుతుందనుకుంటాను. "ప్రతిచర్యను కనబరచే వస్తువుయొక్క బలం, చర్యను కనబరచే వస్తువు బలానికి సమానంగా ఉంటుంది" అంటే కొంచెం సులభమవుతుంది. ఈ బలాలు మాత్రమే సమానంగా ఉంటాయి. ఈ బలాల వల్ల ఏర్పడే చర్యలను సరిగా అర్థం చేసుకున్నట్లయితే, అవి తప్పకుండా వేరుగా ఉంటాయని తెలుస్తుంది. ఆ బలాలు వేరు వేరు వస్తువుల మీద ప్రయోగింపబడడమే అందుకుగల కారణం.

ఫిబ్రవరి 1934లో రష్యన్ నౌక చెల్యుష్కిన్ ఆర్కిటిక్ మంచులో చిక్కుకుపి

నలిగిపోయింది. అలా ఎందుకు జరిగిందనే విషయాన్ని న్యూటన్ మూడవ సూత్రం విడమర్చి చెపుతుంది. మంచు నౌకమీద ఒత్తిడి కలగజేసినపుడు, నౌక కూడా మంచుమీద బలాన్ని కనబరిచింది. ఆ బలాలు సమానం కూడా! అయితే దట్టమయిన మంచు, ఆ ఒత్తిడికి తట్టుకుని నిలవగలిగింది. లోపల డొల్లగా ఉన్న నౌక మాత్రం, ఉక్కుదయినప్పటికీ, ఒత్తిడికి తట్టుకోలేక నలిగి పోయింది. (చెల్యూష్కిన్ ప్రమాదం గురించి మరికొన్ని విశేషాలు ముందు ముందు రానున్నాయి.)

క్రింద పడుతున్నప్పుడు కూడా ప్రతివస్తువు ఈ "ప్రతిచర్య' సూత్రాన్ని పాటిస్తుంది. భూమి యొక్క గురుత్వాకర్షణ శక్తివల్ల ఆపిల్ పండు కిందపడుతుంది. అయితే ఆ పండు కూడా మొత్తం భూగోళాన్ని తనకేసి ఆకర్షించుకుంటుంది. ఈ రెండు ఆకర్షణ బలాలు సమానంగా ఉంటాయి కూడా! నిజంగా చెప్పాలంటే భూమి, పండు ఒకదాని వైపు ఒకటి పడతాయి. అయితే అవిపడే వేగంలో మాత్రం తేడా ఉంటుంది. పరస్పర ఆకర్షణలోని సమాన బలాల వల్ల ఆపిల్ పండుకు 10 మీ. 1 సెకండ్^{2} ప్రకారం త్వరణం (వేగవృద్ధి) ఏర్పడుతుంది. అయితే భూమి విషయంలో మాత్రం, ఆపిల్ కన్నా భూమి ద్రవ్యరాశి ఎన్ని రెట్లు పెద్దదో, అన్నిరెట్లు తక్కువగా త్వరణం ఏర్పడుతుంది. ఆపిల్ కన్నా భూమి ద్రవ్యరాశి ఎంత పెద్దదో లెక్కపెట్టడం కూడా దండగ. అందుకే భూమి ఆపిల్ వేపు పడేవేగం కూడా కంటికి కనబడనంత తక్కువగా ఉంటుందని అర్థం. అసలది లేనట్లే లెక్క. అందుకే "ఆపిల్, భూమి ఒకదాని వైపు మరొకటి పడతాయి" అనకుండా, ఆపిల్ భూమిమీద పడుతుంది అంటూ ఉంటాము.

స్వ్యతగోర్ ఎందుకు నాశనమయ్యాడు?

రష్యన్ జానపద గాథల్లో భూమిని పైకెత్తజూచిన స్వ్యతగోర్ అనే యోధుని కథ ఒకటి ఉంది. ఆర్కిమిడీస్ కూడా ఆ పనినే చేయబూనాడని ఇంకొక కథ కూడా అందరికీ తెలుసు. అయితే అతను తన తులాదండానికి ఒక ఆధారం కావాలని అడిగాడు. స్వ్యతగోర్ అంతులేని శక్తిగల యోధుడు అతనికి ఏ తులాదండం అవసరం లేకపోయింది. అతను అడిగిందల్లా తన బలమయిన చేతులకు పట్టు దొరకడం ఒక్కటే.

"పట్టు దొరికితే చాలు, ఈ ప్రపంచాన్ని పైకెత్తుతాను" స్వ్యతగోర్ క్రిందకు దిగివచ్చాడు. సంచిని తన రెండు చేతులా అందిపుచ్చుకున్నాడు. అమాంతంగా మోకాటి ఎత్తుదాకా లేవనెత్తాడు. అతని ముఖం నుండి చెమటకాదు, రక్తపుబిందువులు రాలసాగాయి. అతను నేలలో కూరుకు పోయాడు, బయటకు రాలేకపోయాడు. అదే అతనికి అంతం అయిపోయింది.

స్వ్యతగోర్‌కు చలన సూత్రాల గురించి తెలిసి ఉంటే, తను భూమిని ఎత్తడానికి బలం ప్రయోగించినప్పుడే, భూమికూడా అంతే మహాబలం తనమీద ప్రదర్శిస్తుందని

అర్ధమయి ఉండేది. అతను నేలలోకి కూరుకుపోతాడని కూడా తెలిసి ఉండేది. మొత్తానికి ఈ కథ వల్ల ఒకటి మాత్రం తేలుతుంది. భూమి మీద బలం ప్రయోగిస్తే, భూమికూడా ప్రతి చర్యగా, సమానబలాన్ని ప్రయోగిస్తుందని అలనాడే గమనించారు. న్యూటన్ తన గ్రంథం 'ప్రిన్సిపియా'లో వ్రాయక ముందే ప్రజలు ఈ సూత్రాన్ని అర్ధం చేసుకున్నారు. వాడుకున్నారు కూడా!

ఆధారం లేకుండా నడవ వచ్చునా?

మనం నడిచేటప్పుడు నేలను కాళ్ళతో తన్నుతూ ముందుకు కదులుతాం. నునుపయిన నేల మీద, లేక మంచుమీదనయితే ఇలా తన్నడం వీలుగాదు గనుక నడక కూడా కష్టం. రైలింజను చక్రాలు పట్టాలను వెనక్కు తోస్తూ ముందుకు కదులుతాయి. పట్టాలమీద గ్రీసు లేదా చమురు పూస్తే రైలు ఉన్నచోటే ఉండిపోతుంది. (రష్యాలో) మంచుకాలంలో పట్టాలమీద ఇసుకపోసి, ఇంజను చక్రాలు కదిలేట్లు చేస్తుంటారు. మొదట్లో రైలు బండి వచ్చినపుడు, దాని చక్రాలను, పట్టాలను ఒకదానికొకటి అమరేట్లు తయారుచేశారు. చక్రాలలో పళ్లు, పట్టాలలో గాళ్లు ఉండేవట. పట్టాలను వెనక్కునెట్టి చక్రం ముందుకు కదలాలనే అలా తయారుచేశారు. పడవలు, ఓడలు, తెడ్ల సాయంతోనూ లేదా స్క్రూల సాయంతోనూ నీటిని వెనక్కు నెట్టుతూ నడుస్తాయి. విమానంలో కూడా ప్రొపెల్లరు గాలిని వెనక్కు నెట్టి విమానం ముందుకు కదిలేలా చేస్తుంది.

ఒక్క మాటలో చెప్పాలంటే, ఏయానకంలో కదిలినా, వస్తువు ఆయానకం సాయంతోనే ముందుకు కదులుతుంది. అలాంటప్పుడు ఒక వస్తువుకు ఆధారమే లేకపోతే ముందుకు కదలగలుగుతుందా?

ఇది మీకు విచిత్రంగా అనిపించవచ్చు! ఇది మన జుట్టు మనమే పట్టుకుని మనల్ని మనం పైకెత్త ప్రయత్నించినట్లు ఉంటుంది. అసాధ్యమనిపించే ఈ రకం చలనాలు తరుచు కనబడుతూనే ఉంటాయి. కేవలం లోపలి బలాల సాయంతోనే ఒక వస్తువు తనంతతాను కదలలేదనేది పచ్చినిజం. అయితే అది తనలోని కొంత భాగాన్ని ఒకవైపు, మిగతా భాగాన్ని అందుకు వ్యతిరేక దిశలోనూ కదిలేట్లు చేయగలదు. గాలిలోకి దూసుకుపోతుండే రాకెట్లను మీరు చూచే ఉంటారు. అయితే అది అలా ఎందుకు దూసుకుపోతుందని ఎప్పుడయినా ఆలోచించారా?

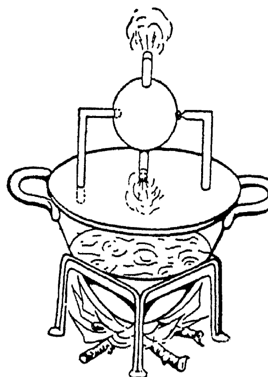
రాకెట్ ఎందుకు దూసుకుపోతుంది?

భౌతిక శాస్త్రం విద్యార్థులు కూడా తరచుగా రాకెట్ ఎగరడం గురించి తప్పుగా చెప్తుతుంటారు. అందులోని తుపాకిమందు మండినపుడు వాయువులు తయారయి, వాటి సాయంతో గాలిని తోసుకుంటూ దూరంగా రాకెట్ ఎగురుతుందని వారంటారు. ప్రాచీనులు కూడా ఇలాగే అనుకున్నారు. రాకెట్స్ చాలా కాలంగా మనుష్యులకు తెలుసు! అయితే గాలి ఏమాత్రం లేని శూన్యంలో రాకెట్‌ను పేల్చినా

అది దూసుకుపోతుంది. నిజానికక్కడ మామూలుకన్నా సులభంగా ఎగురుతుంది. రాకెట్ ఎగరడానికి అసలు కారణం వేరొకటి ఉంది.

రష్యన్, జార్, రెండవ అలెగ్జాండర్‌ను హత్యజేయడానికి ప్రయత్నించి మరణ దండనకు గురయిన విప్లవకారుడు కిబాల్‌చిష్, రాకెట్ ఎగరడం గురించి చాలా సులువుగా వర్ణించాడు. మరణదండనకు ముందు జైలులో గడుపుతున్న సమయంలో అతను రాకెట్‌ను కనుగొని దానిగురించి రాసుకున్నాడు. యుద్ధంలో ఆయుధంగా వాడడానికని అతను ఒక రాకెట్ గురించి ఇలా వర్ణిస్తాడు.

"ఒక వైపు మూసిఉన్న ఒక తగరపు గొట్టంలో, అటువంటిదే మరొక గొట్టాన్ని దూర్చాలి ఈ లోపలి గొట్టంలో తుపాకి మందు నింపాలి. అందులో మధ్యన ఒక గొట్టం ఉంటుంది. మంట ఈ గొట్టంలాంటి దారిలో మొదలయి, ఒక నిర్ణీత కాలంలో మందు యొక్క వెలుపలి అంచుకు చేరుకుంటుంది. జ్వలనంలోంచి వచ్చిన వాయువులు అన్నివైపులా ఒత్తిడి కలిగిస్తాయి. పక్కలకు ఏర్పడే ఒత్తిడి, వీగి పోతుంది. కానీ వెనక్కు ఏర్పడే ఒత్తిడికి అడ్డు ఉండదు. అక్కడినుండి వాయువులు స్వేచ్ఛగా బయటకు వస్తాయి. అప్పుడవి రాకెట్‌ను ముందుకు తోస్తాయి. నిప్పంటించక ముందు అది ఏదిశలో సంధించబడి ఉందో అటుకేసి ఎగురుతుంది."



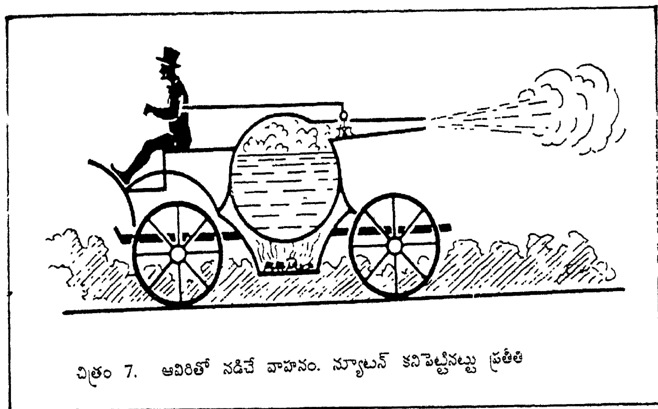
చిత్రం 6. ప్రపంచంలోకెల్లా పురాతనమైన ఆవిరియంత్రం లేక టర్బయిను. క్రీ.పూ.200 ప్రాంతంలో అలెగ్జాండ్రియా వాసి హీరోన్ దీన్ని కనిపెట్టినట్టు చెపుతారు.

ఫిరంగినుండి గుండును పేల్చినపుడుకూడా ఇలాగే జరుగుతుంది. గుండు ముందుకు దూసుకుపోతుంది. ఫిరంగి మాత్రం వెనక్కు కదులుతుంది. తుపాకులు, అటువంటివే ఇతర ఆయుధాలన్ని కూడా పేల్చినపుడు, వెనక్కు తన్నుతాయనేది అందరికీ తెలిసిందే. (దీన్నే 'రికాయిల్' అంటారు) తుపాకికి వెనుక అడ్డు ఏదీ లేకుండా, నిరాధారంగా గాలిలో వేలాడగట్టి పేలిస్తే, అది వెనక్కు దూసుకువస్తుంది.

అయితే దాని వేగం, గుండు బరువుకన్నా తుపాకి బరువు ఎన్ని రెట్లు ఎక్కువగా ఉంటే, గుండువేగం కన్నా అన్ని రెట్లు తక్కువగా ఉంటుంది.

జోల్స్ వెర్న్ రచించిన "అప్ సైడ్ డౌన్" అనే సైన్స్ ఫిక్షన్ నవలలో నాయకుడు ఫిరంగి వెనక్కు తన్నే ఈ బలాన్ని ఉపయోగించి, భూమి అక్షంలో వాలును తగ్గించ ప్రయత్నిస్తాడు.

రాకెట్ కూడా ఫిరంగి లేదా తుపాకి లాంటిదే. అయితే అది గుండును పేల్చదు. అందుకు బదులుగా దహన వాయువులను వెదజల్లుతుంది. బాణసంచాలోని కొన్నింటి పనితీరు కూడా ఇలాగే ఉంటుంది. విష్ణు చక్రం లాంటి వాటిలో ఒక చివరన మందు మండడం మొదలవగానే అందులోంచి వాయువులు ఎగజిమ్మి మొత్తం చక్రం తిరగనారంభిస్తుంది.



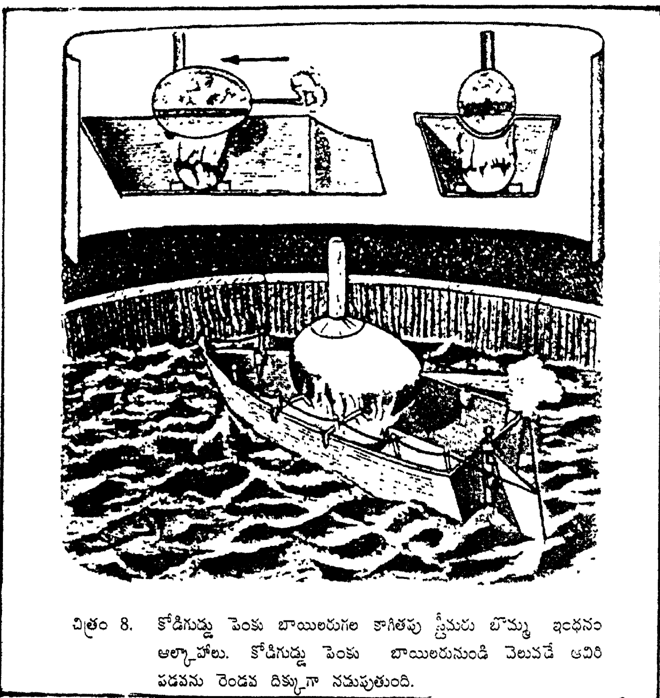
చిత్రం 7. ఆవిరితో నడిచే వాహనం. న్యూటన్ కనిపెట్టినట్టు ప్రతీతి

ఆవిరి యంత్రం కనుగొనక ముందు, విచిత్రంగా, ఈ రకమయిన సిద్ధాంతం ఆధారంగా పనిచేసే యాంత్రిక నౌకను తయారుచేయాలని ప్రయత్నాలు జరిగాయి. పడవ చివరన ఏర్పాటుచేసిన యంత్రంనుండి బలంగా నీటిని వెనక్కు వెదజల్లాలని ప్రయత్నం. ఆ బలానికి వ్యతిరేకదిశలో పడవ నడకసాగిస్తుంది. ఈ ప్రయత్నం ఫలించలేదు గానీ, మొత్తానికి దీనినుండి మొదలయి ఫుల్టన్ ఆవిరి పడవను తయారుచేయగలిగాడు.

రెండవ శతాబ్ది రోజుల్లో అలెగ్జాండ్రియాకు చెందిన హెరోన్ తయారుచేసిన ప్రాచీనమయిన ఆవిరియంత్రం కూడా ఈ పద్ధతి ఆధారంగానే పనిచేసేదని మనకు తెలుసు. బాయిలర్లోనుండి ఆవిరి, ఒక గొట్టం ద్వారా గుండ్రని గోళంలోకి వెడుతుంది. ఆ గోళం క్షేతిజ సమాంతరమయిన అక్షం మీద నిలబడి ఉంటుంది. దానినుండి ఏర్పాటయిన వంపుగొట్టాలనుండి బయటకు చిమ్ముతూ ఆవిరి, గోళాన్ని అందుకు వ్యతిరేక దిశలో తిరగేట్లు చేస్తుంది. అయితే హెరోన్ సృష్టించిన ఈ ఆవిరియంత్రం కేవలం ఒక ఆటబొమ్మగానే మిగిలిపోయింది. ఆ కాలంలో ...

చవకగా కూలీలు దొరికేవారు గనుక ఈ యంత్రాన్ని ఉపయోగించుకోవాలని ఎవరూ ప్రయత్నించలేదు. అయితే అందులోని మూల సూత్రాన్ని మాత్రం మరిచిపోలేదు. ప్రస్తుతం ఆ సూత్రం ఆధారంగానే జెట్ టర్బయిన్లను తయారుచేస్తున్నారు.

చర్య – ప్రతిచర్య సూత్రాన్ని ప్రతిపాదించిన న్యూటన్ మహాశయుడు, ఆవిరిసాయంతో పనిచేసే వాహనాన్ని తొలిసారిగా తయారు చేశాడంటారు. బాయిలర్‌లోనుండి ఏర్పాటుచేసిన గొట్టంనుండి ఆవిరి బయటకు చిమ్మడంతో మొత్తం బాయిలర్ వెనక్కు తన్నినట్లుయి నడిచేదని, ఈ వాహనం గురించి వర్ణిస్తూ వివరించారు.



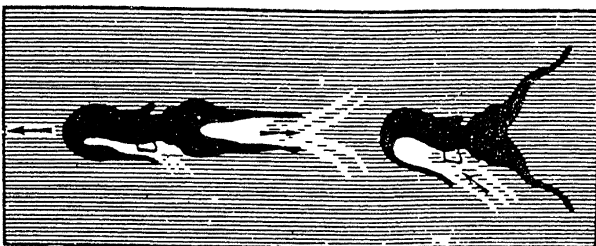
చిత్రం 8. కోడిగుడ్డు పెంకు బాయిలరుగల కాగితపు స్టీమరు బొమ్మ ఇంధనం ఆల్కాహాలు. కోడిగుడ్డు పెంకు బాయిలరునుండి వెలువడే ఆవిరి పడవను రెండవ దిక్కుగా నడుపుతుంది.

న్యూటన్ వాహనానికి అధునాతన రూపమే రాకెట్ వాహనాలు.

ఏదయిన తయారుచేయాలనుకునేవారికి చిత్రం 8 లో న్యూటన్ వాహనాన్ని పోలిన ఒక కాగితం పడవ నమూనా యివ్వబడింది. కోడి గుడ్డు పెంకు డొల్లను ఉపయోగించి ఇందులోని ఆవిరి బాయిలర్‌ను తయారుచేశారు. దీనికింద ఒక పాత్రలో, ఆల్కాహాలుతో ముంచిన దూదిని ఉంచి, మండిస్తారు. పెంకులోనుండి ఆవిరి చిమ్మడంతో పడవ వ్యతిరేక దిశలో కదలనారంభిస్తుంది. ఈ ఆటబొమ్మను తయారుచేయాలంటే ఎంతో నైపుణ్యం అవసరం!

కటిల్ చేప ఎలా ఈదుతుంది?

చాలా ప్రాణులు "తమ జుట్టు పట్టుకుని తమకు తామే పైకెత్తే" పద్ధతిలో నడక సాగిస్తాయని చెపితే మీకు విచిత్రంగా అనిపించవచ్చు. కటిల్ చేపతో బాటు "సెఫలో పోడా"కు చెందిన జంతువులు చాలా మటుకు నీటిలో ఈపద్ధతితోనే కదులుతుంటాయి. వాటి శరీరంలో ప్రక్కన ఒక రంధ్రం, ముందు ఒక గరాటు వంటి ఏర్పాటు ఉంటాయి. వీటి ద్వారా ముందు నీటిని లోపలికి పీల్చుకుని గరాటు చివరనుండి నీటిని బలంగా చిమ్మడం ద్వారా ఈ జంతువులు ముందుకు కదులుతాయి. నీటిధార, ప్రతిచర్య సిద్ధాంతానికి అనుగుణంగా జంతువు ముందుకు కదలడానికి అవసరమయిన తోపుడును కలిగిస్తుంది. కటిల్ చేప తన గరాటును పక్కలకు, వెనుకకు వంచగలదు కూడా. కాబట్టి తనకు ఇష్టం వచ్చిన దిశగా కదలగలుగుతుంది.



చిత్రం 9. "కటిల్" చేప ఈదే పద్ధతి

జెల్లీఫిష్ కూడా ఈ రకంగానే కదులుతుంది. గొడుగులాంటి తన శరీరంలోనికి వచ్చిన నీటిని కండరాల సాయంతో కిందకు చిమ్మేసరికి, అది తుపాకి వెనకకు తన్నినట్టే తోయబడి ముందుకు కదులుతుంది. మరికొన్ని కీటకాలు లార్వాలు, ఇతర ప్రాణులు కూడా ఈ రకంగానే కదులుతాయి.

నక్షత్రాలకు రాకెట్ ప్రయాణం*

చంద్రుడి మీదకు చేరుకోవడం, ఒకగ్రహం నుండి మరోగ్రహానికి యాత్రలకన్నా

---

* ఇప్పుడులెక్కలేనన్ని కృత్రిమ ఉపగ్రహాలు అంతరిక్షంలో తిరుగుతున్నాయి. అంతరిక్ష నౌకలు గ్రహాలన్నింటినీ శోధించి వివరాలందించాయి. మనిషి చంద్రగ్రహాణంమీద ఎన్నోసార్లు దిగి అక్కడి శిలలు వగైరాలను భూమికి తెచ్చాడు. మా యువ పాఠకులకు ఈ విషయాలన్నీ చిన్నప్పటినుండి తెలిసినవే గనుక చాలా మామూలుగా అనిపించవచ్చు. అంతేగాక రచయిత అంతరిక్షయానం గురించి వెలిబుచ్చిన భావాలు, చాలా అమాయకంగా అనిపించవచ్చుకూడా! అయితే ఈ రచన, ఇవన్నీ వాస్తవంగా వీలుకాకముందు చేసినది. అందుకే ఈ భాగాన్ని తొలగించకుండా చారిత్రక దృష్టితో అచ్చువేయడం జరిగింది. – సంపాదకుడు.

అద్భుతమయింది. ఇంకేదయినా ఉంటుందా? ఈ విషయాన్ని ఆధారంగా ఎన్ని సైన్స్ ఫిక్షన్ నవలలు రాసుకున్నారు? వోల్టేయిర్ రాసిన మైక్రోమెగాస్, జూల్స్ వెర్న్ తన 'ఏ జెర్నీ టు ద మూన్'లో , "హెక్టర్ సెర్వడాక్"లో, అలాగే ఎచ్.జి. వెల్స్ రాసిన "ద ఫస్ట్ మెన్ ఇన్ ద మూన్"లో, ఇంకా ఎందరో తమ తమ రచనల్లో మనలను అంతరిక్షంలోకి, అద్భుతమయిన ఊహాప్రయాణాలు చేయించారు. మనం మాత్రం మన భూమినే అంటిపెట్టుకుని ఉన్నాం గాబట్టే వాళ్లలా చేశారు.

మనిషి మాత్రం కలకాలంగా కన్న ఈ కలలు నిజం కాకపోతాయా? ఈ రచయితలు ఎంతో సహజంగా ఉన్నట్లే కనిపింపజేసిన ఈ ప్రణాళికలన్నీ ఎప్పటికయినా నిజం కాకపోతాయా?

గ్రహాంతర యానాల గురించిన విచిత్ర ప్రణాళికలను గురించి తర్వాత ముచ్చటించుకుందాం. ముందుగా రష్యన్ వైజ్ఞానికుడు కాన్‌స్టాన్‌టిన్ త్సియొల్‌కోవ్‌స్కి తొలిసారిగా సూచించిన ఒక ప్రణాళిక గురించి వివరిస్తాను.

ఎవరయినా విమానంలో ఎక్కి చంద్రుడి దాకా ప్రయాణించడం వీలయేనా? కాదుగదా? విమానాలు, బెలూన్లు గాలిలో తేలుతూ, గాలిని తోస్తూనే కదా కదిలేది! భూమికి చంద్రునికి మధ్యన గాలిగాని, ఈ మన బెలూన్లను నడిపించగల గాలిలాంటి మరొకటి గాని లేనేలేదు. అంటే, గాలి అవసరం లేకుండానే ప్రయాణించగల వాహనాన్ని తయారుచేయాలి. ఇటువంటి వాహనం గురించి మనం ఇప్పటికే చర్చించుకున్నాం. అదే రాకెట్! మనుష్యులకు, ఇతర సామగ్రికి, ఇంధనానికి వేరువేరు గదులుండే విధంగా పెద్దరాకెట్‌ను తయారుచేయడం వీలుకాదా? ఇందులోని ప్రయాణికులు, కావలసినంత ఇంధనాన్ని వెంటతీసుకునిపోయి, కావలసిన దిశలో దహన వాయువులను పేల్చి, ఎటుకావాలంటే అటు దూసుకుపోతున్నట్లు ఊహించండి. ఈ రకం అంతరిక్షనౌక మనలను నిజంగా చంద్రుని మీదకు, ఇతర గ్రహాలకు తీసుకుపోగలుగుతుంది. ఇంధనాన్ని అవసరమయినంత మేరకే వాడుకుని, నౌక వేగాన్ని, నియంత్రిస్తూ ఏ ప్రమాదం లేకుండా పయనించే వీలు ఇటువంటి అంతరిక్ష రాకెట్‌లో ఉంటుంది.

ఏ గ్రహంమీదయినా దిగాలనుకున్నప్పుడు, క్రమంగా అంతరిక్షనౌక వేగంతగ్గించి నెమ్మదిగా అక్కడ దిగేలా చూడవచ్చు. భూమిమీదకు తిరిగి చేరుకోవడానికి కూడా, ఈ పద్ధతినే వాడుకోవచ్చు.

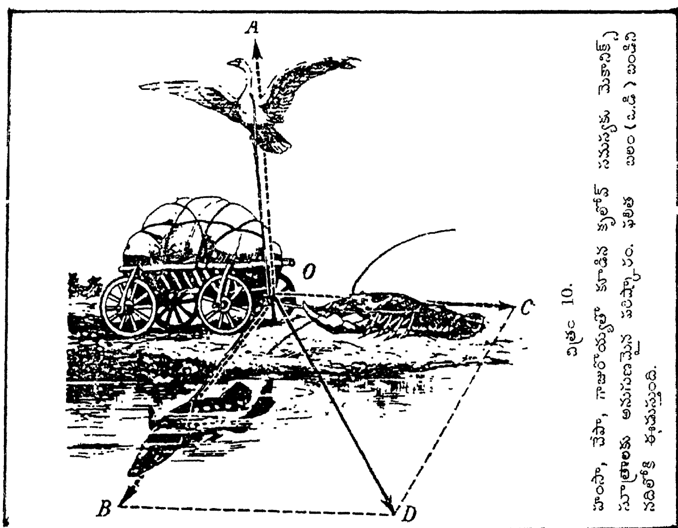
విమానాలు ఈ మధ్యనే భయం భయంగా ఆకాశంలోకి ఎగిరినట్లు అనిపిస్తుంది. ఇప్పుడవి, కొండలను, సముద్రాలను, ఎడారులను, ఖండాలను దాటి ఎగిరిపోతున్నాయి. మరో 20 లేదా 30 సంవత్సరాలలో గ్రహాంతర యానం కూడా వీలవుతుందని ఎందుకు అనుకోకూడదు? భూగ్రహానికి బంధించివేసిన కనబడని బంధాలను మానవుడు అప్పుడు తెంచుకోగలుగుతాడు. విశ్వంలోని అగాధాలను తరచి చూడగలుగుతాడు

బలం - పని - రాపిడి

క్రిలోవ్ కథలో సమస్య

హంస, రొయ్య, చేపలు కలిసి ఒక బండిని లాగడానికి ప్రయత్నించడం గురించి కథ ఒకటి ప్రచారంలో ఉంది. 19వ శతాబ్ది రష్యన్ రచయిత ఇవాన్ క్రిలోవ్ వ్రాసిన పాఠాంతరాన్ని మనం ఇప్పుడు గమనించబోతున్నాం. ఈ కథను మీరు గనక చదివి ఉంటే, దాన్ని యంత్రశాస్త్రరీత్యా విశ్లేషించడానికి మీరు ప్రయత్నించి ఉండలేదనే నా నమ్మకం. అలా ఆ కథను గనక తర్కించి ఉంటే, ఫలితం కథలో చెప్పినదానికన్నా వేరుగా ఉండక తప్పదు. ఒకే వస్తువుమీద వివిధ కోణాలనుండి వేరువేరు బలాలు పనిచేయడమనే యాంత్రిక సమస్య ఈ కథలో ముఖ్యాంశం. హంస బండిని పైనుండి లాగుతుంది. రొయ్య వెనక్కు లాగుతుంది. ఇక చేప నదిలోకి లాగుతుంది. చిత్రం 10లో ఈ మూడు బలాలను చూడవచ్చు. హంసయొక్క బలం (OA), చేప పక్కగాలాగిన బలం (OB), ఇక రొయ్య వెనక్కులాగిన బలం (OC) వివిధదిశల్లో ఉన్నాయి. ఇక నాలుగవ బలంకూడా ఒకటి ఉందని మరవకూడదు. అది బండి బరువు. అది ఎల్లప్పుడూ కిందకు అంటే భూమివేపు పనిచేస్తుంది. కథలో బండి కదలకుండా ఉండిపోయిందని క్రిలోవ్ చెపుతాడు. అంటే వివిధదిశలో పనిచేసిన ఈబలం సమిష్టి ఫలితం శూన్యం అని కథ చెపుతుంది.

అయితే ఇది నిజమేనా? హంస పైనుండి లాగుతున్న బలం చేప, రొయ్యల బలాలకు అడ్డురాదు సరిగదా! వాటికి సాయంచేస్తుంది. భూమియొక్క గురుత్వాకర్షణకు



చిత్రం 10.
హంసా, చేపా, గాజురొయ్యతో కూడిన క్రిలోవ్ సమస్యకు మెకానిక్స్ సూత్రాలకు అనుగుణమైన పరిష్కారం. ఫలిత బలం (ఒ.డి) బండిని నదిలోకి ఈడుస్తుంది.

వ్యతిరేకంగా పనిచేస్తున్న ఈ బలం వల్ల బండి, చక్రానికి, నేలకుమధ్యన, చక్రానికి ఇరుసుకు మధ్యనగల రాపిడి తగ్గుతుంది. అందువల్ల బండి బరువు తగ్గుతుంది. బహుశః బరువు శూన్యమవుతుంది కూడా. కథలో కూడా బండి చాలా తేలికగా అనిపించిందని చెపుతారు. సౌలభ్యంకోసం, మనంకూడా, హంస లాగడం వల్ల బండి బరువు శూన్యమయిందనే అనుకుందాం. ఇక మిగిలినవి రెండు బలాలు మాత్రమే. అవి చేప, రొయ్యల లాగుడులు. కథను గమనించి చూస్తే, ఈ బలాలు ఏ దిశగా పనిచేశాయో కూడా తెలుస్తుంది. రొయ్య బండిని వెనక్కులాగింది. చేపమాత్రం దాన్ని నీటిలోక్కి లాగింది. నది బండికి ఎదురుగా గాక పక్కన ఉందని అనుకోవడం భావ్యం!ముగ్గురు మిత్రులు కలిసి బండిని నదిలోకి తొయ్యాలనయితే ప్రయత్నించలేదు గదా! మొత్తానికి చేప, రొయ్యల బలాలు, ఒకదానికొకటి కోణంలో పనిచేశాయి. బలాలు ఒకేదిశలో ఉండకపోతే ఫలితం శూన్యం కావడానికి అవకాశంలేదు.

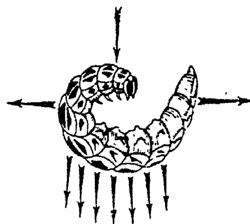
యంత్రశాస్త్ర నియమాలకు అనుగుణంగా మనం OB అనే మరియు OC ల వెంట సమాంతర చతుర్భుజాన్ని నిర్మించి, అందులో OD అనే కర్ణాన్ని గూడా గుర్తించవచ్చు. అంటే బండి OD దిశలో అది సూచించే బలంతో కదిలి ఉండాలి. బండి బరువు లేదనుకున్నాం కనుక అది తప్పకుండా OD దిశలో కదిలి తీరాలి. ఇక బండి పైకా? వెనకకా? లేక పక్కకా? ఎటు కదిలింది అనే ప్రశ్న! ఇది అయా రెండు బలాల నిష్పత్తిమీద, వాటి మధ్యగల కోణంమీద ఆధారపడి ఉంటుంది.

మీరుగనక ఇంతకుముందు బలాల గురించి లెక్కలు చేసి ఉన్నట్లయితే, బండి బరువు శూన్యం కాకున్నాసరే, అది నిశ్చలంగా ఉండే వీలులేదని గమనించి ఉంటారు. చక్రాలకు భూమికిన్నీ, చక్రాలకు ఇరుసుకు మధ్యగల ఘర్షణ, ప్రయోగింపబడిన బలాలకన్నా ఎక్కువగా ఉన్న పక్షంలో బండికదలదు. ఘర్షణే గనక ఎక్కువగా ఉంటే బండి తేలికనిపించే ప్రసక్తిలేదు. బండి కదలకుండా నిలబడిందని చెప్పడానికి రచయితకు ఆధారం లేనే లేదు. ఇక కథలోని నీతి సంగతి వేరు!

క్రిలోవ్‌ను కాదంటే

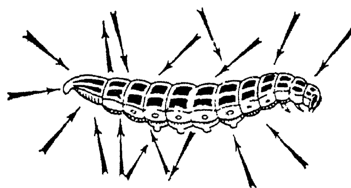
"మిత్రులు విడిపోతే ఏదీ సవ్యంగా జరగదని" క్రిలోవ్ కథలోని నీతి. అయితే ఇది యంత్రశాస్త్ర ప్రకారం మాత్రం తప్పయింది.. బలాలు అన్నీ ఒకేదిశలో ప్రయోగింపక పోయినాసరే, ఫలితమంటూ ఒకటి మాత్రం తప్పకుండా ఉంటుంది. చీమలను గురించి కూడా క్రిలోవ్ రాశాడు. అతడు వాటి పనితనాన్ని ఎంతో పొగిడాడు. అయినా అవి ముందటి కథలోని మిత్రులలాగే ఎవరిదారినవారు పనిచేస్తూకూడా పనిని సాధిస్తాయని చాలామందికి తెలిసి ఉండదు. ఇదికూడా బలాల సమన్వయం వల్లనే వీలవుతుంది. చీమలను జాగ్రత్తగా పరిశీలించినట్లయితే, అందరూ అనుకుంటున్న పరస్పర సహకారం వాటిలో లేనేలేదని తెలుస్తుంది. అదంతా కథ మాత్రమే. చీమలు దేనికదే, మిగతావాటిని పట్టించుకోకుండా పనిచేసుకుపోతుంటాయి.

ఎలాషిష్ అనే జంతుశాస్త్రజ్ఞుడు "ఇన్‌స్టింక్ట్" అనే తన గ్రంథంలో చీమల పనితీరును ఇలా వర్ణించాడు.



చిత్రం 11. ఆకుపురుగును ఈడ్చుకు పోయే చీమలు

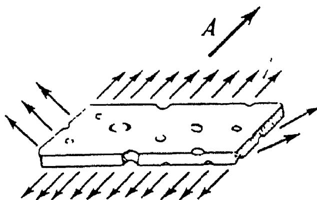
"ఒక డజను చీమలు చదునుగా ఉన్న నేలమీద ఒక వస్తువును లాగుతున్నాయనుకోండి. అవన్నీ ఒకేవిధంగా పనిచేస్తుంటాయి. అక్కడ సహకారం ఉన్నట్లే మనకు ముందు కనబడుతుంది. అవి లాక్కుపోతున్న వస్తువు, అది ఒక పురుగు అనుకుందాం, దానికి ఒక గడ్డిపరక లేదా రాయి అడ్డు తగిలిందనుకుందాం. ఆ అడ్డును తప్పించుకుని గదా ముందుకుపోవాలి. పురుగును ముందుకు లాక్కుపోవడం వీలుకాదు. అప్పుడు చీమలు దేనంతటది, విడివిడిగా, అడ్డంకినుండి తిండిని తప్పించి తీసుకుపోను ప్రయత్నిస్తాయో తెలుస్తుంది. (చిత్రం 11,12) ఒకటి కుడికి లాగితే మరొకటి ఎడమకు లాగుతుంది మరోటి ముందుకు, ఇంకొకటి వెనకకు లాగుతాయి. అవి స్థలాలుమారి పురుగును మరోచోట పట్టుకుంటాయి. కాని దేనిపని దానిదే. చివరకు ఒక పరిస్థితిలో చీమలు ఆరుకలిసి పురుగును ఒకవేపు లాగితే నాలుగుమాత్రమే మరోవేపు లాగుతుంటాయి. అప్పుడది ఆరు లాగుతున్నవేపు కదులుతుంది. నిజానికి మిగతా నాలుగు చీమలు ఈ కదలికకు అవరోధాలే!



చిత్రం 12. చీమలు పనిచేసే పద్ధతి. ప్రతి చీమా పడే శ్రమ బాణాలతో సూచించబడింది.

చీమల మధ్యనగల సహకారం సంగతి విశదమయేందుకు మరో ఉదాహరణ చూద్దాం. చిత్రం 13 లో నలుచదరంగా ఒక జున్ను ముక్క ఉంది. దాన్ని 25 చీమలు కలిసి లాగుతున్నాయి. జున్నుముక్క A గుర్తుగల బాణంవేపు కదులుతుంది. ముందున్నచీమలు జున్నుముక్కను లాగుతుంటే వెనకనుండేవి దాన్ని

ముందుకు తోస్తున్నాయని, పక్కల్లోగల చీమలు ఈ రెంటికీ సాయం చేస్తున్నాయని మీకనిపించవచ్చు. అయితే అదెంతమాత్రం నిజంకాదు. కత్తినొకదాన్ని తీసుకొని వెనక వరసను తొలగించండి. జున్నుముక్క మరింత వేగంగా ముందుకు కదలనారంభిస్తుంది. వెనక వరసలోని 11 చీమలు ముక్కను ముందుకు తోయడంలేదని, వెనక్కు లాగుతున్నాయని దీనివల్ల తెలుస్తుంది. నిజానికివి మిగతా చీమలపనిని మరింత కష్టతరం చేస్తున్నాయే తప్ప సాయం చేయడంలేదు. నిజానికి జున్నుముక్కను లాక్కుపోవడానికి నాలుగు చీమలు చాలు. కానీ, ఆ గుంపంతా కలిసి దేనంతకది లాగుతాయి గాబట్టి అపనికి 25 .చీమలు అవసరమయ్యాయి.



చిత్రం 13. జున్ను ముక్కను తమపుట్టకేసి ఈడ్చుకు పోతున్న చీమ

మార్క్ ట్వెయిన్ చీమలలో గల ఈ"సహకార లక్షణాన్ని" గమనించాడు. అతను రెండుచీమల కథను వివరిస్తాడు. వాటిలో ఒకదానికి మిడతకాలొకటి దొరికింది.

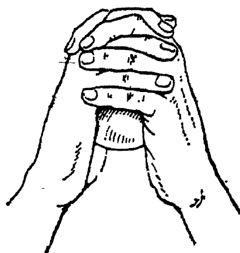
"అవి మిడతకాలిని చెరొక చివరా పట్టుకుని చేతనయినంత బలంగా లాగసాగాయి. రెండూ చెరొక దిక్కు లాగుతున్నాయి. ఇక్కడేదో తప్పు జరుగుతున్నదని వాటికి తోచింది. అయితే, ఆ తప్పేమిటో మాత్రం అంతుపట్టడంలేదు. అవి రెండు వాగ్వివాదంలోకి దిగాయి. కోపాలు పెరిగిపోయాయి. వాదం కాస్త కొట్లాటలోకి దిగింది. కాసేపు కలియబడిన తర్వాత తప్పు తెలుసుకుని తిరిగి పనిలోకి దిగాయి. మళ్లీ అదే వరస. కాలిని రెండు చివర్లా, రెండూ పట్టుకుని అటూ ఇటూ లాగనారంభించాయి. అయితే కొట్లాటలో దెబ్బతిన్న చీమ బలహీనమయింది. అందుకే రెండవ చీమ మిడత కాలితోబాటు, దీన్నికూడా లాక్కుపోసాగింది. ఈ చీమ పట్టువిడవకుండా, ఆకాలికే వేలాడింది." ట్వెయిన్ ఈ కథను కేవలం సరదాకోసమే రాసి ఉండవచ్చు. అయితే అతను చెప్పిన మాటలు మాత్రం అసలు సిసలు నిజాలు. అతనంటాడు

"అతనెప్పుడూ పనిచేయడు. ప్రజలు చూస్తున్నారని గమనించినప్పుడు తప్ప! ముఖ్యంగా ఆ చూచేవాడు జీవశాస్త్రవేత్తయి, తనను చూచి విషయాలు నోట్ చేసుకుంటున్నాడనిపిస్తే తప్ప పనిచేయనే చేయడు."

కోడిగ్రుడ్డును చితక గొట్టడం

రష్యన్ రచయిత గొగోల్ రాసిన నవల "డెడ్‌సోల్స్"లో కిఫా మొకేవిచ్ అనే "మహా తెలివిగల"వాని పాత్ర ఒకటి వస్తుంది. అతనికెప్పుడూ ఒక తాత్విక సమస్యే ఎదురవుతూ ఉంటుంది. ఒక సమస్య గురించి అతను బుర్రబద్దలు కొట్టుకుంటాడు. "ఏనుగులు కూడా గుడ్లలోనుంచి పుడతాయనుకోండి! అప్పుడా ఏనుగు గుడ్డుపెంకు చాలా లావుగా, మందంగా ఉండాలికదూ! బహుశః ఫిరంగిగుండు తగిలినా ఆ గుడ్డు చెక్కుచెదరదనిపిస్తుంది. దాన్ని పగలగొట్టాలంటే కొత్తరకం ఆయుధం తయారుచేయాలి."

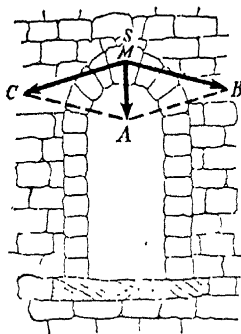
చిత్రం 14. ఇలా కోడిగుడ్డును పగలగొట్టడం చాలా కష్టం



మామూలు కోడిగుడ్డు పెంకుకూడా, అనుకున్నంత బలహీనమయినదేమీకాదని చెబితే ఆ తాత్వికశిరోమణి ఆశ్చర్యంతో నోరు వెళ్ళబెట్టేవాడేమో! చిత్రం 14లో చూపినట్లు గుడ్డును రెండు చేతులతో పట్టుకుని అదిమి నలగగొట్టడం చాలా కష్టం. అందుకు బోలెడంత బలం ప్రయోగించాల్సి ఉంటుంది. (ప్రయత్నించే పక్షంలో పెంకుముక్కలు చేతిలో దిగబడిపోకుండా జాగ్రత్తపడండి మరి!) గుడ్డుపెంకు ఎందుకంత బలంగా ఉంటుంది? అది అలా వంపుదిరిగిన ఆకారంలో ఉందిగాబట్టే దానికా బలం, భవనాలలోని ఆర్చిలు వగైరాలుకూడా ఇలాగే బలంగా ఉంటాయి. భవనంలోనిపైగోడ బరువు (S) కిటికీలోని M అనే మధ్యరాతి మీదపడి, A అనే బాణంగుర్తు చూపే దిశకు బలం ప్రయోగిస్తుంది. అయితే ఆ రాయిమాత్రం పైన వెడల్పుగా, కింద కొంచెం సన్నంగా ఉండడం వల్ల, క్రిందకు పడకుండా నిలుస్తుంది. దానిమీద పడిన బరువు కాస్త, దాని పక్కనున్న రాళ్లమీదపడుతుంది. అప్పుడు సమాంతర చతుర్భుజ సిద్ధాంతం ప్రకారం A అనే బలం, C మరియు B ల దిశల్లో రెండు బలాలుగా విడిపోతుంది. ఈ బలాలు, ఆ పక్కనేగల రాళ్లయొక్క నిరోధకత్వం వల్ల, వీగిపోతాయి. అవికూడా మరో రెండురాళ్ల మధ్యన ఉన్నాయి. అందుకే ఆర్చిమీద పైనుండిపడే బలం వల్ల, ఆర్చి ఏమాత్రం క్రుంగిపోదు. నిజానికి క్రిందనుండి బలం ఉపయోగించి, ఆర్చిని పడగొట్టడం ఎంతో సులువు. రాళ్లయొక్క

ఆకారంవల్ల, అవి క్రిందకు పడడం వీలుకాదు, అంతేగాని, వాటని పైకి తోయడం సులభమేగదా!

గుడ్డుపెంకు కూడా ఒక ఆర్చిలాంటిదే. అయితే ఇది అన్ని వేపులా వంపు దిరిగి ఉంటుంది. మనం అనుకున్నంత సులభంగా, బయటినుండి ప్రయోగించిన బలం దాన్ని నలగగొట్టజాలదు. నాలుగు గుడ్లమీద నాలుగుకాళ్లు వచ్చేలాగ ఒక బల్లను నిలబెట్టి దానిమీద మీరు నిలబడవచ్చు. గుడ్లు పగలనే పగలవు. (గుడ్లను నిలబెట్టడానికి వాటికి ప్లాష్టర్ ఆఫ్ పారిస్‌తో స్టాండులు తయారుచేయవచ్చు. అదిగుడ్లకు సులభంగా



చిత్రం 15. ఆర్చి బలంగా వుండడానికి కారణం

అంటుకుంటుంది.)

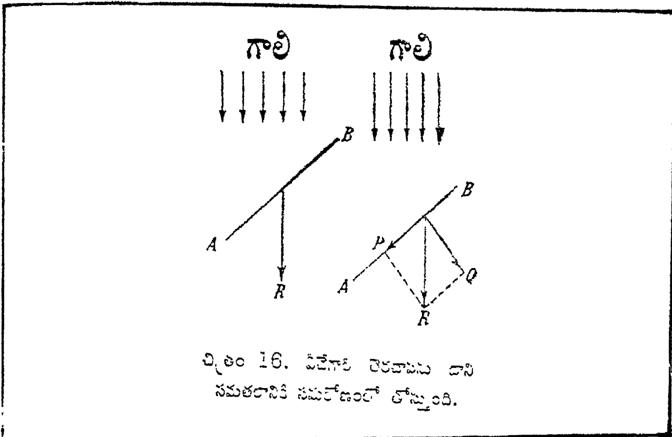
పొదుగుతున్న కోడి తనబరువుకు గుడ్లు నలిగిపోతాయేమోనని భయపడదని మీకు అర్థమయ్యే ఉంటుంది. అయితే గుడ్డులోపలి, చిన్ని కోడిపిల్ల మాత్రం తన చిన్నారి ముక్కుతో పెంకులో చిల్లు పొడిచి "ప్రకృతి ప్రసాదించిన చీకటి గుయ్యారం"లోంచి బయటపడుతుంది.

గుడ్డును ఏ చెంచాతోనో పక్కగా కొట్టి పగలగొడుతున్నప్పుడు, దాని గట్టిదనం గురించి, ప్రకృతి బలాలను అది ఎదుర్కొనే తీరుగురించి తోచదు. పెరిగే కోడిపిల్లకు ప్రకృతి ఎంతో గట్టి ఇంటిని కట్టి ఇచ్చింది!

గుడ్లలాగే, పలచగా కనిపించే విద్యుత్తు బల్బులు కూడా ఎంతోగట్టివి. వాటిలోపల, బలాలను అడ్డుకోవడానికి ఏమీలేకున్నా సరే, అవి అంత సులభంగా పగలవు. 10సెం.మీ. ఉండే బల్బుమీద మొత్తం 75 కిలోలు, అంటే ఒక భారీమనిషి బరువంత ఒత్తిడి పడుతూ ఉంటుంది. అందుకు రెండున్నర రెట్ల ఒత్తిడిని కూడా బల్బులు తట్టుకోగలగుతాయని పరిశీలనల్లో తెలిసింది.

ఎదురుగాలిలో తెరచాప

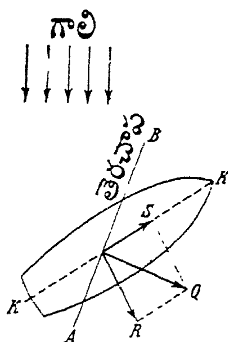
ఎదురుగాలి వీస్తున్నప్పుడు నావలవారు తెరచాపనెలా ఎత్తుతారు? ఎదురుగాలికి నేరుగా ఎదురుగా నావ నడపడం వీలుకాదని ఏ నావికుడయినా చెప్పగలడు. అయితే వీస్తున్నగాలికి, కొంచెం లఘుకోణంలో ఉంటే ఎదురు వెళ్లవచ్చునని కూడా వారే ఒప్పుకుంటారు. ఈకోణం నిజంగా చాలాచిన్నది. లంబకోణంలో నాలుగవవంతు మాత్రమే. ఎదురుగాలికి ఎదురుగా పోవడానికి, కేవలం 22 డిగ్రీలు వాలుగా పోవడానికి అంతపెద్ద భేదం ఏమిటనేది మాత్రం సులభంగా అంతుపట్టదు.



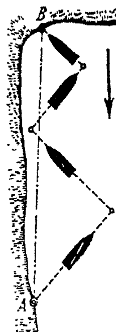
చిత్రం 16. ఏవేపుగాలి తెరచాపను దాని సమతలానికి సమకోణంలో తోస్తుంది.

నిజానికి ఇందులో పెద్దభేదమే ఉంది. నిజానికి ఎదురుగాలి నావ నడవడానికి సాయపడుతుంది కూడా. అసలు ముందు గాలి తెరచాపమీద ఎలా ప్రభావం చూపుతుందో గమనిద్దాం. గాలి ఎటువైపువీస్తున్నదో తెరచాపకూడా అదేవేపు నెట్టబడుతుందని మీరనుకుంటారు. కానీ అలా జరగదు. గాలి ఎటువేపుగా వీస్తున్నా సరే, తెరచాపను మాత్రం తెరచాప తలానికి లంబకోణంలో తోస్తుంది. చిత్రం 16 చూడండి. అందులో గాలి బాణంగుర్తులు చూపినదిశగా వీస్తుందనుకోండి. దానికెదురుగా AB తలంలో తెరచాప ఉంది. గాలి తెరచాప తలం మొత్తంమీద ఒకేవిధంగా బలాన్ని ఉపయోగిస్తుంది. కాబట్టి గాలిబలాన్ని మనం R రేఖతో సూచించి, అది తెరచాప మధ్యబిందువులో ఉందనుకుందాం. దీనినుండి లెక్క వేస్తే మనకు Q అనే బలం, తెరచాప తలానికి లంబకోణంలోనూ, P అనే బలం తెరచాప తలంవెంబడిగానూ కనబడతాయి. (చిత్రం 16లో కుడి) తెరచాప గుడ్డకు, గాలికి మధ్యన ఘర్షణ ఏమాత్రం ఉండదు గనుక P అనే బలం పనిచేయదు. ఇక మిగిలింది Q అనే బలం. అది తెరచాపను, దాని తలానికి లంబకోణంలో ముందుకు నెడుతుంది.

ఈ విషయం అర్థమయిన తర్వాత నావ ఎదురుగాలికి ఎదురుగా, లఘుకోణంలో



చిత్రం 17. గాలి వాటానికి ఎదురుగా తెరచాపలతో ప్రయాణించే పద్ధతి.



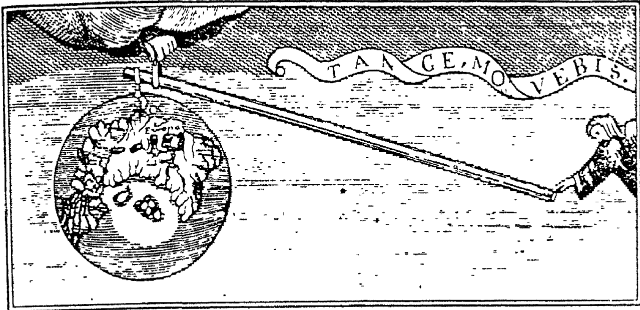
చిత్రం 18. తెరచాప పడవ దారి ఈ విధంగా వంకరటింకరగా ఉంటుంది.

ఎలా కదులుతుందో సులభంగానే ఊహించవచ్చు. చిత్రం17లో KK అనేది నావయొక్క మధ్యరేఖ అనుకుందాం. గాలి ఈరేఖకు లఘుకోణంలో బాణంగుర్తులు చూపినదిశగా వీస్తున్నది. AB అనేది తెరచాప దాన్ని గాలి దిశకు, పడవను మధ్యరేఖకు సరిగ్గా నడుమ ఉండేట్లు అమర్చారనుకుందాం. ఇక బలాలు ఎలా పనిచేస్తాయో చిత్రంలో చూడవచ్చు. గాలి తెరచాపమీద ప్రయోగించే బలం Q. అది తెరచాపకు లంబకోణంలో ఉంటుంది. దీని ఆధారంగా లెక్కవేస్తే, నావ మధ్యరేఖ లేదా వెన్నుదూలానికి లంబకోణంలో ఉండేట్లుగా R అనే బలం ఒకటి, వెన్నుదూలం వెంబడే ఉండే బలం S ఒకటి కనబడతాయి. R అనే బలానికి, నావయొక్క కిందిభాగాలు నీటిలో చాలాలోతువరకు మునిగి ఉండడంవల్ల, నీరే అడ్డు తగులుతుంది. దీనితో ఆ బలం ఇంచుమించు పూర్తిగా వీగిపోతుంది. ఇక మిగిలిందల్లా S అనే బలం ఒకటే. అది నావ దిశలోనే పనిచేస్తుంది. కాబట్టి నావ గాలికి ఇంచు మించు ఎదురుగా (లఘుకోణంలో) ముందుకు సాగుతూనే ఉంటుంది. ఈ పరిస్థితిలో అంటే తెరచాప, గాలి వాటానికి, నావ మధ్యరేఖకు సరిగ్గా మధ్యన తలంలో ఉన్నప్పుడు S అనే బలం అత్యంత శక్తివంతంగా ఉంటుందని నిరూపించవచ్చు. సాధారణంగా ఈ పద్ధతిని చిత్రం 18లో చూపినట్లు , తెరచాపను అటు,ఇటు తిప్పుతూ వంకర నడకలో నావను నడపడానికి వాడుతుంటారు. ఈ రకం నడకను "తిప్పుడు" అంటారు.

ఆర్కిమిడిస్ భూమిని కదిలించగలిగేనా?

"నాకు నిలబడటానికి ఒకచోటు చూపించండి – నేను ఈ భూగోళాన్ని

కదిలించివేస్తాను" అని ఆర్కిమిడీస్ అన్నాడంటారు. తులాదండ సూత్రాలను కనుగొన్న మహాజ్ఞాని అతడు. "ఆర్కిమిడీస్ ఒకసారి సైరక్యూస్ రాజు, తనకు మిత్రుడు, బంధువు అయిన హీరో మహారాజుకు ఒక లేఖ వ్రాశాడు. తులాదండాన్ని వాడి ఎంతటి బరువునయినా ఎత్తవచ్చునని అందులో అతను వ్రాశాడు. తన వాదం యొక్క బలాన్ని మరింత ముందుకు తీసుకుపోయి మరొక భూమేగనక ఉంటే, దాని మీదికి పోయి, ఈ మన గ్రహాన్ని సులభంగా పైకెత్తుతానన్నాడతను" అని ప్లూటార్క్ వ్రాశాడు.



చిత్రం 19. "భూమిని ఎత్తుచున్న ఆర్కిమిడీస్" (వేరినియస్ రచించిన మెకానిక్సు గ్రంథం (1787) లోని చిత్రం నుంచి)

తులాదండాన్ని ఉపయోగించడం ద్వారా చాలాపెద్ద బరువునుకూడా, చిన్న బరువు సాయంతో పైకెత్తవచ్చునని ఆర్కిమిడీస్ తెలుసుకున్నాడు. తులాదండంలో తక్కువ నిడివిగల భాగాన్ని పెద్ద బరువుకు సంధించి, ఎక్కువ నిడివిగల భాగానికి, చిన్న బరువును తగిలిస్తేచాలు. చాలా పొడుగయిన తులాదండాన్ని వాడి, అందులోని పొడుగుభాగాన్ని తనచేతితో అదిమిపెట్టి భూమి బరువుకు సమానమయిన బరువును కూడా తను ఎత్తగలుగుతానని ఆర్కిమిడీస్ అనుకున్నాడు. (భూమిని ఎత్తడమంటే, భూమిమీద, భూమితో సమానమయిన బరువును ఎత్తడం అని మనం గ్రహించాలి) ఆ మహాజ్ఞానికి భూమియొక్క ద్రవ్యరాశి గురించి బాగా తెలిసిఉంటే, తప్పకుండా, తన మాటలను వెనక్కు తీసుకునేవాడే! ఆర్కిమిడీస్‌కు తమ నిలబడడానికి మరొక భూగోళం దొరికిందనే అనుకుందాం. అతని తులాదండానికి అవసరమయిన ఆధారంకూడా దొరికిందని ఒక క్షణం పాటు అనుకుందాం. అతను అవసరమయినంత పొడుగు తులాదండాన్ని కూడా తయారుచేసుకోగలిగాడని కూడా అనుకుందాం. అప్పుడయినా అతనికి, భూమితో సమానమయిన ద్రవ్యరాశిగల వస్తువును ఎత్తడానికి ఎంతకాలం పడుతుందో మీరుగాని ఊహించారా? ఆ బరువును ఒక సెంటీమీటరు ఎత్తుకు ఎత్తడానికి 30 మిలియన్ మిలియన్ల సంవత్సరాలు పడుతుంది. ఒక్క పిసరు కూడా తక్కువ కాదు!

ఖగోళ శాస్త్రజ్ఞులకు భూమి ద్రవ్యరాశిగురించి తెలుసు. అంతటి ద్రవ్యరాశి గల వస్తువుగనుక భూమిమీద ఉంటే, దాని బరువు సమారు

6,000,000,000,000,000,000,000 టన్నులు ఉంటుంది. ఒక మనిషి సాధారణంగా 60 కిలోల బరువును ఎత్తగలడనుకుంటే, భూమిని ఎత్తడానికి అతను వాడే తులాదండంలో చిన్న భాగం కన్నా, పొడుగుభాగం

100,000,000,000,000,000,000,000 రెట్లు ఎక్కువ పొడుగుండాలి. పొట్టి భాగాన్ని ఒక సెంటీమీటరు పైకెత్తాలంటే, పొడుగు భాగం అంతరిక్షంలో చాపం అకారంలో 1,000,000,000,000,000,000 కి.మీలు కిందకు వాలాలి. ఆర్కిమిడిస్ తన చివర తులాదండాన్ని అంతదూరం దాకా కిందకు నొక్కితేనే, భూమి బరువుగల చిన్న భాగం "ఒక్క సెంటీమీటరు" ఎత్తు పైకి కదులుతుందన్నమాట! అంతదూరం నొక్కడానికి ఎంతకాలం పడుతుంది? ఆర్కిమిడిస్ ఒక క్షణంలో 60 కిలోల బరువును ఒక మీటరు ఎత్తుకు ఎత్తగలడనుకుంటే (అది ఒక హార్స్ పవర్ శక్తికి సమానం) అప్పుడుకూడా భూమిని ఒక సెంటీమీటరు ఎత్తడానికి అతనికి

1,000,000,000,000,000,000,000 సెకండ్లు పడుతుంది.అంటే 30 మిలియన్ మిలియన్ల సంవత్సరాలన్నమాట. అంతకాలంపాటు జీవించి ఉండినా, ఆర్కిమిడిస్ భూమిని వెంట్రుక మందం కూడా ఎత్తగలిగి ఉండేవాడు కాదు!

అతనికి ఎంతటి మేధస్సు ఉన్నాసరే, ఆ పనికి పట్టే సమయాన్ని తగ్గించడం మాత్రం వీలవదు. యంత్రశాస్త్రంలో ఒక "స్వర్ణసూత్రం" ఉంది. యంత్రంవల్ల కలిగిన సౌకర్యంతోబాటే, సమయం అనే సమస్యకూడా ఉంటుందంటుంది ఆ సూత్రం. ఆర్కిమిడీస్ తన తులాదండాన్ని కాంతివేగంతో అంటే సెకండుకు 300,000 కి.మీల చొప్పున నొక్కగలిగినా, భూమి బరువును ఒక సెంటీమీటరు ఎత్తడానికి కోటి సంవత్సరాలు పట్టి ఉండేది.

జూల్స్‌వెర్న్ రచనలోని బలశాలి, యూలర్ సూత్రం

జూల్స్‌వెర్న్ తన ఒక నవలలో సృష్టించిన మహాబలశాలి మతిఫూ పాత్ర మీకు గుర్తుందా? "అతని తలకూడా అతని శరీరానికి తగినట్టే చాలా పెద్దది. అతగాని ఎద కమ్మరి కొలిమి తిత్తిలాగుంటుంది. కాళ్లు పెద్ద దుంగలు. చేతులు క్రేనుల్లాగుంటాయి. ఇక పిడికిళ్లు సమ్మెటలే!" "మతియాస్ సాండోర్ఫ్" అనే నవలలో అతను ట్రబకోలో అనే ఓడను తన బలమయిన చేతులతో అమాంతం పట్టి నిలుపుతాడు. ఆ వృత్తాంతాన్ని జూల్స్ వెర్న్ ఇలా వర్ణించాడు.

"ట్రబకోలో సముద్ర ప్రవేశంచేయడానికి సిద్ధంగా ఉంది. దానికి అడ్డుగా ఏవో కొన్ని కొయ్యదుంగలు మాత్రం పెట్టి ఉన్నాయి. అరడజనుమంది వడ్రంగులు ఇంకా ఏదో పని కొనసాగిస్తున్నారు. పనిలేని జనం చుట్టూచేరి చూస్తున్నారు.

సరిగ్గా అదే సమయంలో దూరంనుండి ఒక చిన్న విహారనౌక అటుకేసి రాసాగింది. అది రేవును చేరాలంటే ట్రబకోలో ముందునుంచి పోవాలి. అందుకే ఈ ఓడ

సముద్రప్రవేశం కొంతకాలంపాటు వాయిదా పడింది. ఈ రెండూ గనుక ఢీకొంటే విహారనౌక సంగతి అంతటితో సరి అవుతుంది మరి!

విహారనౌక తెరచాపలు ఎండలో తళతళలాడుతున్నాయి. అందరి కళ్లూ దానిమీదే ఉన్నాయి. అది కదిలి ముందుకు వస్తూనే ఉంది. ఇంతలో భయంతో హాహాకారాలు వినిపించసాగాయి. ట్రబకోలో కదిలి నెమ్మదిగా జారుడు దారి వెంట ముందుకు పోతున్నది.

"ఒక వ్యక్తి ఉన్నట్లుండి ముందుకు దూకి వచ్చాడు. పడవకు కట్టిన తాళ్లను అందిపుచ్చుకున్నాడు. కన్నుమూసి తెరిచేలోగా వాటిని పక్కనే నేలలో దిగేసిన ఇనుపకఱ్ఱు చుట్టూ చుట్టాడు. తను నలిగి పచ్చడవుతాననే భయంకూడా లేకుండా, సరిగ్గా పదిక్షణాల పాటు, ఆ మోకులను గట్టిగా పట్టుకుని ఓడను నిలేశాడు. ఆలోపల తాళ్లు తెగిపోయాయి. అయినా ప్రమాదం తప్పింది. ఆ పది క్షణాలలోనే విహారనౌక, ట్రబకోలో ఎదుటినుండి పక్కకు కదిలింది. ట్రబకోలో నీటిలోకి ప్రవేశించడం, విహారనౌక పక్కకు తప్పుకోవడం క్షణంలో జరిగిపోయింది. ప్రమాదం తప్పించగలిగాడా బలశాలి. "అతనెవరోకాదు. మన పురాతన మిత్రుడు మతిఫూ". మతిఫూ చేసిన సాహసకార్యం చేయడానికి, అతనిలాంటి సింహబలుడు అవసరంలేదని తెలిస్తే జూల్స్‌వెర్న్ ఎంత ఆశ్చర్యపోయేవాడో ననిపిస్తుంది. ఆలోచనగల మనిషి ఎవరయినా ఆపనిచేయగలిగి ఉండేవాడు.

ఒక గుండని వస్తువు చుట్టూ చుట్టిన మోకు తిరుగుతూ జారుతుంటే గొప్ప రాపిడి పుడుతుందని యంత్రశాస్త్రం చెపుతుంది. తాటిని చుట్టిన చుట్లను బట్టి అది మరీ ఎక్కువగా అవుతుంది. అంటే ఒక స్థంభానికి తాటిని మూడునాలుగు సార్లు చుట్టి పట్టుకుంటే, చిన్న బాలుడు కూడా, తాటి చివరనున్న పెద్ద బరువును నిలబెట్టగలుగుతాడు. రేవుల్లో వందలాది ప్రయాణికులున్న పడవలను ఆపడానికి పడుచువారు ఈపద్ధతినే వాడుతుంటారు. ఇందులో పనిచేసేది మానవాతీతమయిన బలంకానే కాదు. అది కేవలం రాపిడి మాత్రమే.

18వ శతాబ్దానికి చెందిన ప్రఖ్యాత గణితశాస్త్రవేత్త యూలర్, తాటిని చుట్టిన చుట్లను బట్టి, పెరిగే ఘర్షణను సూచించే సూత్రాన్నొకదాన్ని సిద్ధంచేసి యిచ్చాడు. ఆల్జీబ్రాను చూచి గాభరా పడనంటే ఇదుగో ఇదే ఆసూత్రం.

$F = fe^{Ka}$ ఇందులో F అనేది మనం లాగిపట్టి ఉంచవలసిన బలం. fe అనేది సహజలాగరితం మూలం 2.718....., K అనేది తాటి యొక్క ఘర్షణ గుణకం, ఇక a అనేది తాటి చుట్టు కోణం, అంటే తాటియొక్క వంపు నిడివికీ, ఆ వంపుయొక్క అర్థవ్యాసానికి గల నిష్పత్తి.

జూల్స్‌వెర్న్ కథలోని సందర్భానికి ఈ సూత్రాన్ని జోడించి విశ్లేషిస్తే ఆశ్చర్యం తప్పదు. అక్కడ F అంటే పడవ వాలు మీదగా జారుతున్నప్పుడు దానివల్ల ఏర్పడే బలం. నవలలో ఓడ బరువు 50 టన్నులని చెప్పనే చెప్పారు. వాలు 1:10 నిష్పత్తిలో ఉందనుకుంటే, పడవ బరువు మొత్తం లేక అందులో పదవవంతు మాత్రమే తాటిమీద పడుతుంది. అంటే అయిదు టన్నులు లేదా 5,000 కిలోలు.

తాటియొక్క ఘర్షణ గుణకం 1/3 అనుకుందాం. తాటిని మన యోధుడు క్రరుచుట్టు మూడుసార్లు చుట్టాడని తెలుసుగనక a నికూడా సులభంగానే లెక్క వేయవచ్చు. అప్పుడు $a = \frac{3 \times 2\pi r}{r} = 6\pi$ అవుతుంది.

మరోసారి యూలర్ సూత్రాన్ని గమనించి సమీకరణం వేద్దాం.

$5000 \doteq f \times 2.72^{6\pi \times 1/3} = f \times 2.72^{2\pi}$

లాగరితంలో చూస్తే f విలువ కూడా తెలుస్తుంది.

$log\ \ 5000 = log f + 2\pi log 2.72$ లేదా f=9.3 కిగ్రాలు

అంటే ఓడ నిలబెట్టడానికి మన మహాయోధుడు వాడవలసివచ్చిన బలం కేవలం పది కిలోలన్నమాట.

పది కేజీలనేది ఏదో సిద్ధాంతపరమయిన సంఖ్య, కానీ వాస్తవానికి అవసరమయే బలం మాత్రం చాలా ఎక్కువగా ఉంటుందని మీరనుకోనవసరంలేదు. నిజానికి ఆ బలం చాలా తక్కువగా ఉండే అవకాశం ఉంది. జనపనార తాటిని, కొయ్యగూటం చుట్టూ తిప్పి కడితే ఘర్షణ గుణకం మరింత ఎక్కువవుతుంది. అప్పుడు లాగవలసిన బరువు బలం మరింత తగ్గుతుంది. ఈలోపల తాడు తెగకుండా ఉంటే చాలు. జూల్స్‌వెర్న్ ఓడ ఒక చిన్న కుర్రాడు కూడా నిలబెట్టగలిగి ఉండేవాడు.

ముడులకు పట్టు ఎలావస్తుంది?

నిత్యజీవితంలో ఎన్నోసార్లు మనకు తెలియకుండానే యూలర్ సూత్రంయొక్క ప్రభావం వల్ల మనం ఉపయోగం పొందుతుంటాం. ముడి అంటేకూడా ఒక గుండ్రని వస్తువు చుట్టూ తాటిని చుట్టడమే కదా. అయితే ఆ గుండ్రని వస్తువు కూడా ఆ తాటిలోని మరో భాగమే అయి ఉంటుంది. నావికులు, ఇతరులువాడే రకరకాల ముడులశక్తి ఈ ఘర్షణ మీదే ఆధారపడి ఉంటుంది. తాటిని ఎన్ని మెలికలు ఎక్కువ చుడితే ముడి బలం అన్ని రెట్లు పెరుగుతుంది. మీరీ విషయాన్ని గమనించాలంటే ముడిలోని మలుపులను గమనించి చూడండి. ఎన్ని ఎక్కువ మలుపులుంటే, తాడు అన్ని చుట్లు ఎక్కువ చుట్టినట్లే కద! ఆ కోణాలు ఎక్కువయిన కొద్దీ ముడి గట్టిదనం కూడా పెరుగుతుంది.

బొత్తాములు కుట్టేవారు కూడా ఈ సూత్రాన్నే వాడుతుంటారు. బొత్తాముకుట్టిన తర్వాత దారాన్ని కుట్టు చుట్టూ చాలాసార్లు తిప్పి మెలికేసి తెంపుతారు. ఆ చుట్టిన దారం ఎంతకాలం గట్టిగా ఉంటే బొత్తం కూడా గట్టిగా నిలబడి ఉంటుంది. దారం చుట్లు అంకగణిత పద్ధతిలో అంటే ఒకటి, రెండు, మూడు అనే పద్ధతిలో పెరుగుతాయి. అయితే వాటివల్ల కలిగే బలం మాత్రం రేఖాగణిత పద్ధతిలో అంటే ఒకటి, రెండు, నాలుగు, ఎనిమిది అనే తీరులో పెరుగుతుంది. రాపిడి గనక లేకుంటే మన దుస్తులకు బొత్తాములు నిలబడే ప్రశ్నేలేదు. వాటి బరువుకు దారం ఊడిపోయి, బొత్తాలు పడిపోక తప్పదు.

ఘర్షణ లేదనుకుంటే

రాపిడి తనను ప్రదర్శించుకునే సందర్భాలను, ఎన్నోచోట్ల, ఎన్నోతీర్ల మీరు గమనించి ఉంటారు. లేనే లేదనుకునే చోట్ల కూడా, మనకు తెలియకుండానే అతిప్రధాన పాత్ర వహిస్తుంటుంది. ఒక్కసారి ఘర్షణగనక లేకుండా పోతే మనకు సుపరిచితమయిన ఎన్నో విషయాలు అస్తవ్యస్తమవుతాయి.

రాపిడి యొక్క పాత్ర గురించి ఫ్రెంచి రచయిత గితామ్ బాగా వర్ణించాడు. "మీరంతా మంచుకప్పిన పేవ్‌మెంట్లమీద నడిచే ఉంటారు. (భారతదేశంలో ఇది అనుభవంలో లేని విషయమే తడి లేక జారుడుగా ఉండే ఇతర ప్రాంతాలను దృష్టిలో ఉంచుకుంటే సరి - అనువాదకుడు) అలాంటి చోట్ల నడవడం ఎంతకష్టమో మీకు తెలిసే ఉంటుంది. ఇంచుమించు సర్కస్ చేసినంత పనవుతుంది. అంటే భూమికి ఆ ఘర్షణ లక్షణం ఉందని తెలుస్తుంది. అందువల్లనే మనం ఈ భూమి మీద సునాయాసంగా నడవగలుగుతున్నాం., ఉండగలుగుతున్నాం. జారుడుగా ఉండే ప్రాంతాలలో సైకిల్ తొక్కడం, లేదా నున్నటి రాతి, లేదా తారు బాటమీద గుర్రాలు, పశువులు జారిపడటం కూడా రాపిడి లేకనే. వీటన్నిటినీ జాగ్రత్తగా గమనిస్తే మనకు ఘర్షణ యొక్క ప్రభావం గురించి తెలుస్తుంది. యంత్రాలలో రాపిడిలేకుండా చేయడానికి ఇంజనీర్లు కృషిచేస్తుంటారు. అదెంతో సరయినపని. యంత్రాలలో రాపిడి అవాంఛనీయమయినది. ఇలాంటి కొన్నిచోట్ల మాత్రమే దాని అవసరం ఉండదు. మిగతా అన్ని చోట్లలో ఘర్షణ లేకుంటేనే చిక్కు. దానివల్లనే మనం నడవగలుగుతున్నాం. కూచోవడం, కాయితాలు, పుస్తకాలు బల్లమీదనుండి పడిపోతాయనే భయంలేకుండా పనిచేయగలగడం, బల్లలు కదిలిగోడకు గుద్దుకోకుండా నిలవడం పెన్నులు చేతిలోంచి జారిపోకుండా ఉండడం, ఇలా అన్నీ ఘర్షణవల్లే జరుగుతున్నాయి.

రాపిడి చాలా మామూలు విషయం. దానిని ప్రత్యేకంగా ఏర్పాటు చేయనవసరం లేదు. ఎక్కడో కొన్నిచోట్ల తప్ప అది దానంతటదే వస్తుంది. ఘర్షణవల్లనే స్థిరత్వం ఏర్పడుతుంది. చదునుగా చేసిననేలమీద బల్లలు, కుర్చీలు స్థిరంగా నిలబడతాయి. బల్లమీద పెట్టిన గిన్నెలు, కంచాలు కదలకుండా నిలబడి ఉంటాయి. కదిలే పడవలోనయితే పరిస్థితి వేరనుకోండి! ఇక ఘర్షణను పూర్తిగా తొలిగించివేశామనుకోండి. పెద్ద బండరాయిగానీ, ఇసుకరేణువుగానీ, ఏదీ కదలకుండా ఒకచోట నిలబడదు. ప్రతిదీ కదులుతూ, జారుతూ అన్ని వస్తువులు ఒకే మట్టానికి వచ్చేదాకా ఆగవు. రాపిడి గనక లేకపోతే ఈ భూగోళం నున్నగా నీటిచుక్కలాగా గుండ్రని ఆకారంలోకి మారుతుంది. దానితోబాటు ఇక రాపిడే గనకలేకపోతే, మేకులు, స్క్రూలు గోడల్లో, కర్రలో నిలబడవు. ఏ వస్తువు ఒకచోట నిలబడదు. సుడిగాలులు ఆగవు. ధ్వనులేవీ అంతరించిపోవు. గదిగోడల మధ్యన కొట్టుకుంటూ కొంచెం కూడా తగ్గకుండా ప్రతిధ్వనిస్తూనే ఉంటాయి.

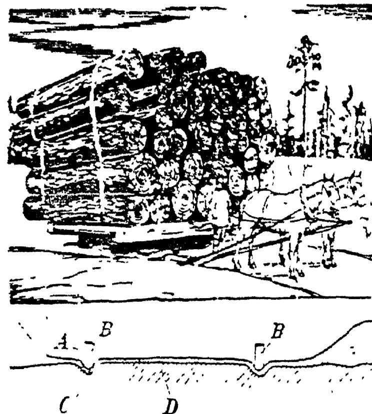
రాపిడి యొక్క ప్రాముఖ్యత మంచుగప్పిన పేవ్‌మెంట్లవల్ల మరింత అర్థమవుతుంది

ఇలాంటి వాతావరణంలో గడపదాటినప్పటినుండీ నడక సమస్యగానే ఉంటుంది. ఎప్పుడు పడిపోతామోనని భయంగా ఉంటుంది. 1927 డిసెంబర్ నాటి దినపత్రికల్లో వచ్చిన అంశాలు చూస్తే మనకెన్నో విషయాలు తెలుస్తాయి.

లండన్, 21. మంచు బాగా పేరుకుపోవడంవల్ల నగరంలోని వీధుల్లోనూ, ట్రాము దారుల్లోనూ చాలా సమస్యలు ఎదురౌతున్నాయి. సుమారు 1,400 మంది ఎముకలు విరిగిన గాయాలతో ఆసుపత్రుల్లో చేరినట్లు సమాచారం అందింది.

మంచు మీద పట్టుదప్పిన మూడు కార్లు, హైడ్ పార్క్ ప్రాంతంలో ట్రాంకారు పెట్టెలకు గుద్దుకున్నాయి. వాటిలోని పెట్రోలు ట్యాంకులు బద్దలయి, తగలబడి మూడు కార్లు నాశనమయిపోయాయి.

పారిస్, 21; మంచుకారణంగా పారిస్ నగరంలోనూ, చుట్టుపట్ల ప్రాంతాల్లోనూ ఎన్నో ప్రమాదాలు జరిగాయి.



చిత్రం 20. ఎగువ · మంచు మీద చక్రాలు లేని బండి. రెండు గుర్రాలు 70 టన్నుల బరువు లాగుతున్నాయి. దిగువ · మంచుదారి ఎ గాడి; బి. మంచు పట్టాలు; సి. గట్టిపడిన మంచు; డి. నేల

అయితే మంచుమీద ఘర్షణ లేకపోవడమనేది కొన్ని సందర్భాలలో ఉపయోగ కరమవుతుంది కూడా. స్లెడ్జి బండి ఇందుకొక ఉదాహరణ. అడవుల్లో కొట్టిన దుంగలను రైలుస్టేషనుకు, లేదా రేవుకు చేర్చడానికి మంచు ప్రాంతాలలో "మంచు మార్గాల"ను ఏర్పాటు చేస్తుంటారు. (చిత్రం 20) ఇటువంటి మార్గాల్లో స్లెడ్జి మీద పేర్చిన 70 టన్నుల బరువుగల దుంగలను కేవలం రెండు గుర్రాలు ఈడ్చుకు పోతాయి.

చెల్యూష్కిన్ ప్రమాదానికి భౌతిక కారణాలు

ఇదంతా చదివిన తర్వాత మంచు మీద ఘర్షణ అనేది ఉండనే ఉండదని మీకు అనిపించిందనుకుంటాను. అయితే - కేవలం సున్నా డిగ్రీ వాతావరణంలో కూడా గొప్ప రాపిడి ఉండవచ్చు. మంచును తెగగోసేందుకు తయారుచేసిన ప్రత్యేకమయిన పడవల మీద మంచు కలిగించే రాపిడి గురించి పరిశోధనలెన్నో చేశారు. ఆ గుణకం ఇనుము మీద ఇనుము ఘర్షణకు సమంగా అంటే 0.2 ఉండడం ఆశ్చర్యకరం. చిత్రం 21లో పడవ మీద ప్రయోగింపబడిన బలం గురించిన వివరాలున్నాయి. మంచు M N అనే పడవ అంచు మీద ఒత్తిడి కలుగ జేస్తున్నది. మంచు యొక్క ఒత్తిడివల్ల ఏర్పడిన బలం P రెండు బలాలుగా విడిపోతుంది. R అనేది పడవ పక్కగోడకు లంబకోణంలో, F అనేది దాన్ని తగులుతూనూ ఉంటాయి. P,R ల మధ్యన గల కోణం α లంబదిశకు పడవగోడ ఎంత వాలులో ఉందో దానికి సమంగా ఉంది. మంచు యొక్క రాపిడి బలం, Q, Rను ఘర్షణ గుణకం అయిన 0.2 తో హెచ్చవేసిన దానికి సమానం. అంటే $Q = 0.2\,R$ Q అనే బలం F కన్నా తక్కువయినప్పుడు, మంచు నీటికిందికి లాగబడుతుంది. అంటే పడవకు ఎటువంటి హాని చేయకుండానే మంచు నెమ్మదిగా కిందకు కదులుతుంది. Q గనక ఎక్కువయితే, రాపిడి వల్ల మంచు కదలకుండా ఉండిపోతుంది. అలా కొంతకాలం జరిగితే పడవ గోడలు నొక్కుకు పోవడం, పూర్తిగా చితికి పోవడం తప్పదు. Q అనేది F కన్నా తక్కువగా ఎప్పుడుంటుంది? F అనేది $R \tan \alpha$కి సమానం. అంటే అసమానత్వం $Q < R \tan \alpha$గా రావాలి. $Q = 0.2\,R$ అయినప్పుడు $Q < F$ అనే పరిస్థితి వల్ల మరో అసమానత్వం వస్తుంది.

$$0.2\,R < R \tan \alpha \quad \text{లేదా} \quad \tan \alpha > 0.2$$

కోణాన్ని లెక్క వేస్తే అది 11 డిగ్రీలని తేలుతుంది. కాబట్టి OC అనేది 11° కన్నా ఎక్కువయినప్పుడల్లా Q అనేది F కన్నా తక్కువవుతుంది. ఈ లెక్కను బట్టి పడవ అంచుల వాలు ఎంతగా ఉంటే, మంచువల్ల హానిలేకుండా, తప్పించుకు పోగలుగుతుందో తెలుస్తుంది. ఆ వాలు 11 డిగ్రీలకన్నా తక్కువగా ఉండకూడదన్నమాట.

మరోసారి చెల్యూష్కిన్ పడవ ప్రమాదాన్ని గమనిద్దాం. అది మంచును పగలగొట్టేరకం కాదు. అది ఉత్తర సముద్ర మార్గం మొత్తం విజయవంతంగా చుట్టి వచ్చినది. బేరింగ్ జలసంధిలో మంచులో చిక్కుకుంది. కదిలే మంచుతోబాటు చెల్యూష్కిన్ నౌక కూడా ఉత్తర దిక్కుగా కదిలింది. చివరకు ఫిబ్రవరి 1934లో నలిగిపోయింది. రెండు నెలలపాటు నడిచిన ఆ తతంగం, అందులోని సిబ్బందిని రక్షించిన వైనం అందరికీ గుర్తుంటుంది.

ఆ సాహసయాత్ర బృందం నాయకుడు ఒటోష్మిట్ రేడియోద్వారా ప్రమాదాన్ని ఇలా వర్ణించాడు. "నౌక అంచులోని ప్లేటింగ్ ఒక్కసారిగా లొంగిపోలేదు. మంచు దాన్ని నెమ్మదిగా ఒత్తిడికి గురిచేయడం, ఫలితంగా పై భాగాలు ఉబ్బిరావడం

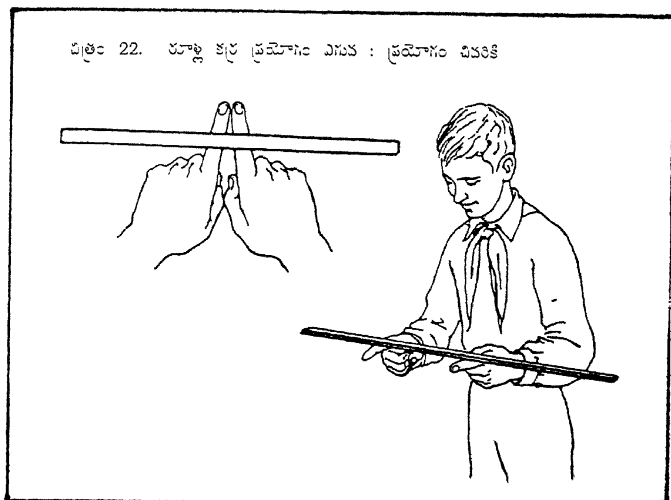
చిత్రం 21. మంచులో చిక్కుకున్న "చెల్యూస్కిన్". దిగువ: నౌక పొట్ట MN పైన మంచు ఒత్తిడిమూలంగా ఉండే బలాలు.

మేము చూడగలిగాం. మంచు ఒత్తిడి కొనసాగింది. అది నెమ్మదిగానే ఉందికానీ అంతులేకుండా ఉంది. ఉక్కు ప్లేట్లు పగిలాయి. అతుకులు విచ్చుకున్నాయి. అక్కడక్కడ

బిగించిన మేకులు ఊడివచ్చాయి. ఒక్కసారి ఈ చివరనుంచి ఆ చివరకు, తొక్క ఒలిచినట్లు గోడంతా ఊడి వచ్చింది." ప్రమాదం ఎందువల్ల జరిగిందనేది మీకు ఇప్పటికి అర్థమయే ఉంటుంది. ఇందువల్ల తెలుసుకోవలసిందల్లా ఒకటే. సముద్రాలలో ప్రయాణించే ఓడలు, పడవల అంచులవాలు కనీసం 11 ఉండాలి.

తనంత తానే సరితూగే కర్ర

చిత్రం 22లో చూపినట్లు రెండు చూపుడు వేళ్లను సాచి వాటిమీద ఒక నునుపయిన కర్రను నిలబెట్టండి. ఇప్పుడు వేళ్లను నెమ్మది నెమ్మదిగా కదిలిస్తూ, రెండూ ఒకే చోటికి వచ్చేలా చేయండి. కర్ర ఇంకా పడకుండా నిలబడే ఉంటుంది. వేళ్లను ముందు పెట్టిన చోట్లను మార్చి మార్చి ఇదే ప్రయోగం చేసి చూడండి. ఫలితం మాత్రం ఎప్పుడూ ఒకేరకంగా ఉంటుంది. రూళ్లకర్ర, చేతికర్ర, బిలియర్డ్స్ కర్ర, లేక బూజు దులిపేకర్ర, ఏదయినా సరే వేళ్లమీద నిలబడుతుంది.



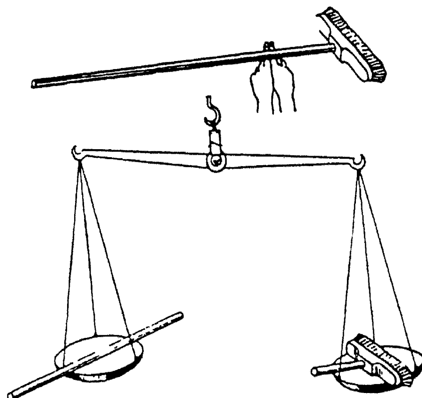
చిత్రం 22. రూళ్ల కర్ర ప్రయోగం ఎగువ : ప్రయోగం చివరికి

ఎందుకలా జరుగుతుంది?

రెండు వేళ్లు ఒకే చోటికి వచ్చినా కర్ర పడకుండా నిలబడిందంటే వేళ్లు ఆ కర్ర యొక్క గరిమనాభికి సరిగా క్రింద ఉన్నాయనే లెక్క. గరిమనాభినుండి క్రిందకు గీసిన లంబరేఖలో ఆధారం ఉన్నప్పుడే వస్తువులు పడకుండా నిలబడతాయి. వేళ్లు దూరంగా కదిలించినపుడు, గరిమనాభికి దగ్గరగానున్న దానిమీద ఎక్కువ ఒత్తిడి పడుతుంది. ఒత్తిడి ఎక్కువయిన కొద్దీ రాపిడికూడా ఎక్కువవుతుంది. అంటే గరిమనాభికి దూరంగా ఉన్న వేలిమీదకన్నా, దగ్గరగా ఉన్నదాని మీద రాపిడి ఎక్కువగా ఉంటుంది. అందుకే ఎక్కువ రాపిడిగల ఈవేలు కర్రక్రింద అంతగా

కదలదు. దూరంగా ఉన్నదే కదులుతుంది. రెండింటిలోనూ ఒక వేలు గరిమనాభి క్రిందకు కదిలిన తర్వాత అది కదలదు. రెండవది మాత్రమే కదిలి దానికి పక్కగా వస్తుంది. రాపిడి తక్కువగా ఉండే, అంటే గరిమనాభినుండి దూరంగా ఉండే వేలు మాత్రమే కదులుతుంది. గనుక చివరకు రెండూ కలిపి గరిమనాభి కిందకు వస్తాయి.

చిత్రం 23. అదే ప్రయోగం చీపురు కర్రతో తులాదండము సమంగా తూగదెందుచేత?



ఈ ప్రయోగాన్ని ఒక బూజుకర్ర సాయంతో చేసి చూడండి. (చిత్రం 23)

రెండు వేళ్లు కలిసిన చోట బూజుకర్రను రెండుగా విరిచి, రెండింటిని తూకంవేసి చూస్తే ఏమవుతుంది? (చిత్రం 23లో క్రింద) అందులో ఏ భాగం బరువు ఎక్కువ వేలిమీద సరితూగాయి గాబట్టి ఈ రెండు భాగాల బరువు త్రాసులోకూడా సమంగా ఉండాలని మీరనుకుంటారేమో? కానీ చీపురుకట్టిన భాగం బరువు తప్పకుండా ఎక్కువ ఉంటుంది. దీన్ని అర్థం చేసుకోవడం ఎంతో సులువు. బూజుకర్రను చేతివేళ్ల మీద నిలబెట్టినప్పుడు రెండుభాగాలు ప్రయోగించిన బలాలు, తులాదండంలోని అసమభాగాలను ప్రభావితం చేశాయి. అవే బలాలు త్రాసులో వేసినప్పుడు మాత్రం, తులాదండం యొక్క రెండు భాగాలు సరిసమానంగా ఉన్నాయి. కాబట్టి బరువుల్లో తేడా ఉంటుంది.

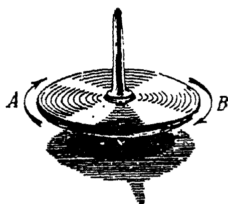
లెనిన్ గ్రాడ్‌లోని రిక్రియేషన్ పార్కులోని "సరదాకోసం సైన్సు" విభాగం కోసం నేను కొన్ని కర్రలు తెప్పించాను. వాటిల్లో గరిమనాభి వేరువేరు స్థానాల్లో ఉంది. సరిగ్గా గరిమనాభి దగ్గర ఈ కర్రలను రెండుగా విడదీసే అవకాశం ఉండేలా ఏర్పాటు చేశాం. అయితే ఈ రెండు భాగాలు ఎప్పుడూ సమానంగా ఉండవు. ఈ రెండు భాగాలను తక్కెడలో పెట్టి చూస్తే, వాటిలో చిన్న భాగం బరువు ఎక్కువగా ఉండడం చూచి అందరూ ఆశ్చర్యపోయేవారు.

పరిభ్రమణం

తిరుగుతున్న బొంగరం ఎందుకు పడిపోదు?

బొంగరాలాడిన వేలాది మందిలో, కొందరు కూడా ఇందుకు సరయిన సమాధానం చెప్పలేరని నాకనిపిస్తుంది. తిరుగుతుండే బొంగరం, అది చక్కగా ఉండనీ, లేక వంగి ఉండనీ, పడిపోతుందనిపిస్తుంది. కానీ పడదెందుచేత? ఆ అస్థిరమయిన పరిస్థితిలో బొంగరాన్ని నిలబెట్టేశక్తి ఏమిటి? బొంగరం మీద భూమ్యాకర్షణ శక్తి పనిచేయదా?

ఇందులో వేరువేరు బలాలు ఒకదానితో ఒకటి విచిత్రంగా కలగలుస్తాయి. బొంగరం తిరగడం గురించి పూర్తిగా చెప్పాలంటే మరీపెద్ద వివరమవుతుంది. కానీ ముఖ్యవిషయాలు మాత్రం చెపుతాను.



చిత్రం 24. తిరిగే బొంగరం ఎందుకు పడదు?

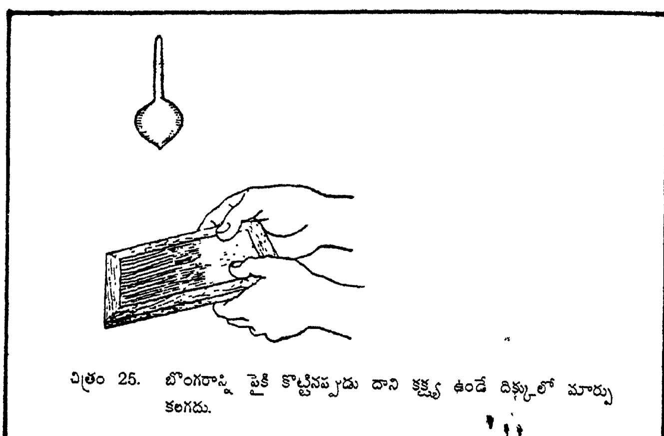
చిత్రం 24లో తిరిగే బొంగరం బొమ్మ ఉంది. అది తిరిగే దిశను బాణం గుర్తులు సూచిస్తున్నాయి. A అని గుర్తించిన భాగం మననుండి దూరంగా పోతుంటే B అనే భాగం మాత్రం మనవేపుకు వస్తున్నది. బొంగరాన్ని మనదిక్కుకు వంచితే A, Bలు ఎలా కదులుతాయో గమనించండి. A పైకి వెళుతుంది. B క్రింద వేపుకు వంగుతుంది. వాటి చలనానికి సమకోణంలో వాటిమీద బలం పడుతుంది. వేగంగా తిరుగుతున్నప్పుడు, ఈ భాగాల చుట్టుకొలత వద్ద వేగం బాగా ఎక్కువగా ఉంటుంది. గనక, దానికి మనం కలిగించే తక్కువ పాటి వేగం వల్ల గొప్ప ప్రభావమేదీ కనబడదు. బొంగరం తిరగడంలో అసలు మార్పేరాదు. బొంగరాన్ని పడదోసేందుకు చేసే ప్రయత్నాలు ఎందుకు పనిచేయవో ఇప్పుడు అర్థమయిందనుకుంటాము. బొంగరం ద్రవ్యరాశి పెరిగినకొద్దీ, అది తిరిగే వేగం హెచ్చిన కొద్దీ, దాన్ని పడగొట్టడానికి చేసే ప్రయత్నాలు మరింత వ్యర్థమవుతాయి.

ఇందులో జడత్వానికి సంబంధించిన సూత్రాలకు ప్రత్యక్షమయిన పాత్ర ఉంది. బొంగరంలోని ప్రతి అణువు, అది తిరుగుతుండే అక్షానికి సమకోణంలోని తలంలో, కక్ష్యలో పరిభ్రమిస్తుంటుంది. జడత్వ సూత్రాల ప్రకారం ఈ అణువు అనుక్షణం కక్ష్యలోనుండి విడివడి, కక్షకు స్పర్శరేఖలో ఉండే సరళమార్గంలో తప్పించుకు పోవాలని

ప్రయత్నిస్తుంది. అయితే ఈ స్పర్శరేఖలన్నీ కక్ష్యయొక్క తలంలోనే ఉంటాయి. గనుక, అణువులన్నీ బొంగరపు అక్షానికి లంబకోణంలో ఉండే తలంలోనే నిలువ ప్రయత్నిస్తాయి. అంటే ఈ రకంగా ఉండే తలాలన్నీ నిరంతరం, స్థిరంగా ఉండడానికే ప్రయత్నిస్తాయని అర్థం. అంటే బొంగరం భ్రమణం జరిగే అక్షం కూడా ఎప్పుడూ స్థిరంగానే ఉంటుంది.

బొంగరాన్ని పడదోసేందుకు ప్రయత్నించినపుడు జరిగే చలనాలన్నింటినీ వివరించి చెబితే అదికొంచెం విసుగుగానే ఉండవచ్చు. మొత్తానికి తిరిగే వస్తువులు పడిపోకుండా ఎందుకుంటాయో తెలియజేయడం మాత్రమే నా ఉద్దేశ్యం.

ఈ లక్షణాన్ని అధునాతన ఇంజనీరింగులో బాగా వాడుకుంటారు. నౌకలు నడిపేవారు, విమానాల వారు కూడా పరిభ్రమణం మీద ఆధారపడి పనిచేసే

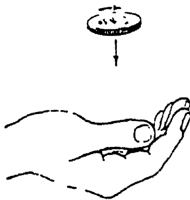


చిత్రం 25. బొంగరాన్ని పైకి కొట్టినప్పుడు దాని కక్ష్య ఉండే దిక్కులో మార్పు కలగదు.

దిక్సూచి, గైరోస్కోప్ లాంటి పరికరాలను విరివిగా వాడుకుంటారు. తుపాకీనుండి వెలువడిన గుండ్లు, బులెట్లకు స్థిరత్వం ఉండాలంటే కూడా ఈ లక్షణమే ఉపకరిస్తుంది. ఉపగ్రహాలు రాకెట్లు మొదలయిన వాటికి స్థిరత్వం కలిగించడానికి కూడా ఈ విధానాలనే వాడతారు. కేవలం ఆటబొమ్మ మాత్రమే అనిపించిన బొంగరంనుండి ఇన్నిరకాల ఉపయోగాలను సాధించారు.

చేతి ఒడుపు

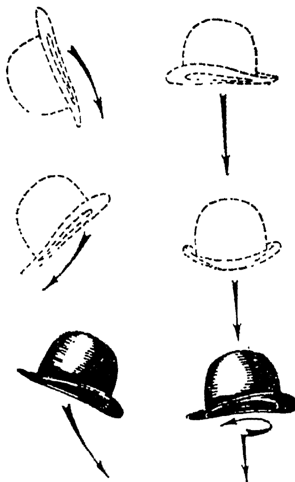
తిరిగే వస్తువులు తమ అక్షాన్ని స్థిరంగా నిలుపుకోవడానికి ప్రయత్నిస్తాయనే సూత్రం మీద ఎన్నో ఫీట్లు తయారయ్యాయి. ప్రొఫెసర్ జాన్ పెర్రీ అనే బ్రిటిష్ భౌతిక శాస్త్రవేత్త, "స్పిన్నింగ్ టాప్స్" అనే తన పుస్తకంలో ఇలా వ్రాశాడు.



చిత్రం 26. పైకి మీటిన తిరిగే నాణెం, పడే విధానం



చిత్రం 27. అదే నాణెం తిరగకుండా ఉన్నప్పుడు మీటితే అది ఎలాకుదుర్తే అలా పడుతుంది.



చిత్రం 28. తిప్పి ఎగరేసిన టోపిని తిరిగి పట్టుకోవడం తేలిక.

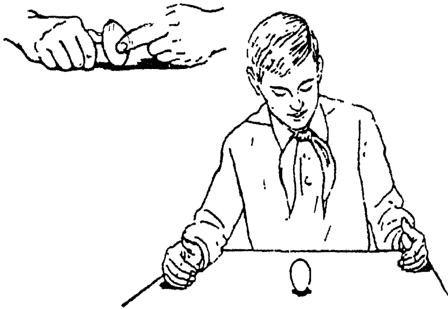
"లండన్‌లోని ప్రసిద్ధ సంస్థ, విక్టోరియా మ్యూజిక్ హాల్‌లో ఒకసారి నేను, కాఫీ చప్పరిస్తూ, పొగతాగుతూ కూచున్న ప్రేక్షకుల ముందు, తిరిగే బొంగరాలను గురించిన కొన్ని ప్రయోగాలను చేసి చూపించాను. గుండ్రటి వస్తువు మన ఇష్టం

వచ్చినట్లు పడేలా విసరాలంటే దాన్ని తిప్పుతూ విసరాలని వారికి చెప్పాను. విసిరిన టోపీని లేదా రింగును కర్రతో ఇంకొకరు పట్టుకునే వీలుకలగాలన్నా వాటిని తిరిగేలా విసరాలని కూడా వారికి అర్థం చేయించాను. తుపాకీ గొట్టం లోపలి గోడలు నునుపుగా ఉంటే, అందులోనుండి వచ్చిన తూటా లక్ష్యాన్ని సరిగ్గా తగలక పోవచ్చునని కూడా వారికి చెప్పాను. గుండు గొట్టాన్ని వదిలేముందు, దాని గోడలకు తగిలే తీరు మీద దాని నడక ఆధారపడి ఉంటుంది. ఈ మధ్యన గొట్టాలను లోపల "రైఫిల్" చేస్తున్నారు. అంటే వాటిలో గుండ్రంగా గాళ్లు ఏర్పాటు చేస్తున్నారు. తూటాలోని బుడిపెలు ఈ గాళ్లలో చిక్కుకుని, దాన్ని గుండ్రంగా తిప్పుతాయి. అప్పుడది తన అక్షం మీద తిరగనారంభిస్తుంది. అప్పుడది, వెళ్ళే మార్గంలో లోపం ఉండదు. ...ఇదంతా నేను కేవలం నోటిమాటలుగా మాత్రమే చెప్పగలిగాను. నాకు టోపీలు విసరడం చేతగాదు. అయితే, నా ఉపన్యాసం ముగియగానే, ఇద్దరు జగ్లర్‌లు స్టేజి మీదకు వచ్చారు. ఆ స్త్రీ పురుషులు చేసి చూపించిన ట్రిక్కులకన్నా, నేను చెప్పిన విషయాలను సమర్థించడానికి, మంచి ఉదాహరణలు దొరకవనే చెప్పాలి. వారు టోపీలను, ప్లేట్లను, వలయాలను, గొడుగులను తిరిగేలా విసురుతూ పట్టుకోసాగారు. వారిలో వరుసగా కొన్ని కత్తులను గాలిలోకి విసిరి, ఒకటి కూడా జారకుండా పట్టుకుంటూ విసురుతూ అందరనీ ఆశ్చర్యపరచారు. చేతిలోంచి విడివడినపుడు కత్తికి తిరిగే లక్షణాన్ని కలిగించి, అది తిరిగి తనచేతికి వచ్చినప్పుడు, అనుకూలంగా ఉండేట్లు వారు చేయడం చూచిన ప్రేక్షకులు, అందులోని రహస్యాన్ని అంతకు ముందే విని ఉన్నారు గాబట్టి బాగా అర్థం చేసుకోగలిగారు. అందుకే వారు పెద్ద పెట్టున హర్షధ్వానాలు చేశారు. జగ్లర్స్ చేసిన ప్రతి ట్రిక్కులోనూ పరిభ్రమణం గురించిన సూత్రం దాగి ఉండడం చూచి నేను కూడా ఆశ్చర్యపోయాను"

కొలంబస్ గుడ్డు సమస్యకు కొత్త పరిష్కారం

గుడ్డును నిటారుగా ఎలా నిలబెట్టాలనే సమస్యకు కొలంబస్ సూచించిన సమాధానం చాలా సులువయినది. అతను గుడ్డుమొనను చితకగొట్టాడు. అయితే కొలంబస్ గుడ్డు గురించి చెప్పే ఈ కథ నిజంకాదు. ఈ విషయాన్ని ఇంతకు చాలా ముందే మరో వ్యక్తి చేశాడు. దాన్ని తీసుకువచ్చి కొలంబస్ పేరు జోడించి ప్రచారంలోకి తెచ్చారు కొందరు. ఫ్లారెంటైన్ చర్చి యొక్క గుమ్మటాన్ని నిర్మించిన ఇటాలియన్ ఆర్కిటెక్ట్ బ్రునెలెషి, గుడ్డును చితకగొట్టి నిలబెట్టాడు. "ఈ గుడ్డు తన సన్నని చివరమీద ఎంత బాగా నిలబడిందో, నేను కట్టిన గుమ్మటం కూడా అంతే బాగా నిలబడుతుంద"ని అతడు అన్నాడంటారు.

నిజానికి కొలంబస్ సూచించిన సమాధానం తప్పు గుడ్డును పగలగొట్టడంతో దాని రూపం మారిపోయింది. అది గుడ్డుగాక మరేదో ఆకారంగా మారింది. అప్పుడతను నిలబెట్టింది గుడ్డుకానే కాదు. ఈ సమస్యలో ముఖ్య విషయం అండాకారంలో ఉండే రూపం. రూపం మారిందంటే, మరొక వస్తువును, ఆకారాన్ని తెచ్చినట్లే. మనం ఇక్కడ బొంగరం లక్షణాన్ని గనుక అరువు తెచ్చుకుంటే గుడ్డును



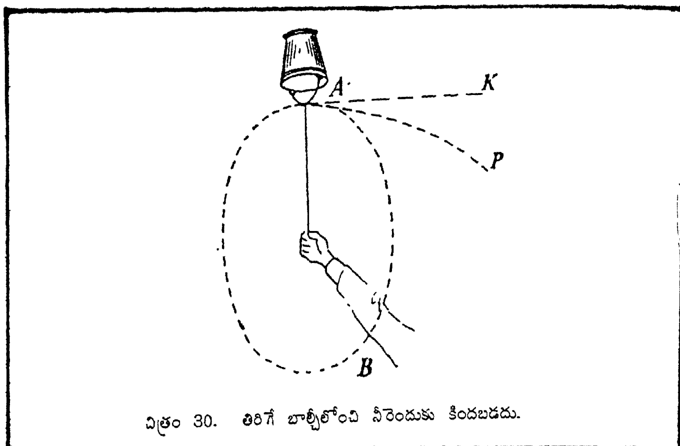
చిత్రం 29. కొలంబస్ కోడిగుడ్డు సమస్యకు సమాధానం. – తిప్పినప్పుడు గుడ్డు మొన పైన నిలబడుతుంది.

లక్షణంగా నిలబెట్టవచ్చు. గుడ్డును దాని మొనమీద నిలబెట్టి బొంగరంలా తిప్పితేచాలు. చిత్రం 29లో ఈపని ఎలాచేయాలో చూపబడింది. అయితే ఈపని చేసేటప్పుడు ఉడికించిన గుడ్డును మాత్రమే ఉపయోగించాలని మాత్రం మరవకండి. ఇందులో మనం చేస్తున్న మార్పు ఏమీలేదు. కొలంబస్ కూడా తప్పకుండా భోజనాల దగ్గరే ఈ ప్రసక్తి తెచ్చి ఉంటాడు. పచ్చిగుడ్డును నిలువుగా తిప్పితే అది సరిగా తిరగదు. దానిలోపలి ద్రవం తిరగక బ్రేకులా పనిచేస్తుంది. గుడ్డు ఉడికిందా లేక పచ్చిదా కనుగొనడానికి ఇది ఎంతో సులభమార్గం, ఎందరో గృహిణులకు తెలిసినదికూడా!

గురుత్వాకర్షణను నాశనం చేయడం

"గుండ్రంగా తిరిగే పాత్రనుండి నీరు కిందపడదు. పాత్ర తలక్రిందులయినా సరే! భ్రమణం నీటిని పట్టి ఉంచుతుంది" ఈ విషయాన్ని అరిస్టాటిల్ సుమారు రెండు వేల సంవత్సరాల క్రితం రాశాడు. మీకందరికీ చిరపరిచితమయిన ఈ ప్రయోగం చిత్రం 30లో చూపబడింది. ఒక బకెట్‌లో నీటిని, చిత్రంలో చూపినట్లు, తగినంత వేగంగా తిప్పితే, బకెట్ పూర్తిగా తలక్రిందులుగా వచ్చినపుడు కూడా నీరు క్రింద పడకుండా ఆపవచ్చు.

అపకేంద్రక బలాలవల్ల ఇలా జరుగుతుందని చాలామంది మామూలుగా చెపుతుంటారు. ఈ ఊహాశక్తి ఒక వస్తువుమీద పనిచేసి, దాన్ని భూమ్యాకర్షణనుండి దూరంగా పోయేట్లు చేస్తుందని వారి అవగాహన. ఇటువంటి శక్తి లేనేలేదు. ఇక్కడ మనం చూచినది ఇనర్షియా లేదా జడత్వం అనే లక్షణం యొక్క ఒక రూపం. జడత్వం వల్ల ప్రేరితమయిన చలనం కొనసాగడానికి మరే ఇతర బలం అవసరం లేదు. భౌతిక శాస్త్రజ్ఞుల దృష్టిలో అపకేంద్రక బలం అంటే పూర్తిగా వేరు. గుండ్రంగా తిరిగే



చిత్రం 30. తిరిగే బాల్చీలోంచి నీరెందుకు కిందబడదు.

వస్తువు, తనకు ఆధారమయిన తాటిని లాగే బలం, లేదా తన భ్రమణ కక్ష్యకేసి ప్రయోగించే పీడనం మాత్రమే అపకేంద్రక బలం అనిపించుకుంటుంది. ఈ శక్తి కదిలే వస్తువు మీద గాక, దాని దారికి అడ్డువచ్చే వాటిమీద ప్రయోగింపబడుతుంది. అందుకు తాడు, లేదా వంపు దిరిగిన రైలు మార్గంలోని పట్టాలు వగైరాలు ఉదాహరణలు.

మన తిరిగే బకెట్ మరోసారి! అపకేంద్రక బలాలను పట్టుకోకుండా ఈ సమస్యకు వివరణ వెదకగలమేమో చూద్దాం. బకెట్‌లో ఒక కన్నం వేస్తే నీరు ఎటువేపుకు చిమ్ముతుంది. చిత్రం 30లో చూపిన వివరాలు గమనించండి. భూమ్యాకర్షణ శక్తి లేదనుకుంటే, జడత్వంవల్ల నీరు, A Bఅనే చుట్టుకొలతకు స్పర్శరేఖ అయిన A K దిశగా చిమ్ముతుంది. అయితే ఆకర్షణవల్ల దానిమార్గం A Pఅనే వంపుదిరిగిన మార్గంలోకి మారుతుంది. చుట్టు తిరిగే వేగం ఎక్కువగా ఉన్నట్లయితే, ఈ వంపురేఖ A Bకి బయటే ఉంటుంది. నీటిని బకెట్ ఆపి ఉండకపోతే, మొత్తంగా ఆ దిశలోనే పోయేదని అది సూచిస్తుంది. అంటే నీటికి చక్కగా క్రిందపడాలనే నియమం లేదని, అందుకే అది బకెట్‌లోనుండి చల్లిపోవడం లేదని తెలుస్తుంది. బకెట్ యొక్క అడుగు భ్రమణమార్గం దిశగా ఉంటే, నీరు తప్పకుండా పడిపోతుంది.

నీరు కిందపడకుండా ఉండాలంటే బకెట్‌ను ఎంత వేగంగా తిప్పవలసి ఉంటుందో లెక్కవేద్దాం. తిరిగే బకెట్ యొక్క అపకేంద్రక త్వరణం, భూమ్యాకర్షణవల్ల కలిగే త్వరణంకన్నా ఎక్కువగా ఉండాలి. అప్పుడే నీరు వెళ్లగలిగిన మార్గం భ్రమణ మార్గానికి బయట ఉంటుంది. నీరు ఎప్పుడూ బకెట్‌కన్నా వెనకబడిపోదు. Wఅనే అపకేంద్రక త్వరణాన్ని లెక్కవేయాలంటే $W = \frac{V^2}{R}$ అనే సూత్రాన్ని వాడుకోవాలి. ఇందులో V అనేది భ్రమణ వేగం, R అనేది వర్తులాకార కక్ష్య యొక్క అర్ధవ్యాసం

ఉపరితలంలో భూమ్యాకర్షణ త్వరణం 9 = 9.8 మీ/సె^{2} గనుక $\frac{V^2}{R} \geq 9.8$ అనే అసమ సమీకరణం వస్తుంది. అర్ధవ్యాసం 70 సెంటీమీటర్లు అనుకుంటే $\frac{V^2}{0.7} \geq 9.8$ ఇంకా $V \geq \sqrt{0.7 \times 9.8}; V \geq 2.6$ మీ/సెకండ్ అవుతుంది.

ఈ రకమయిన వేగం రావాలంటే బకెట్‌ను సెకండుకు ఒకటిన్నర చుట్లు తిప్పాలి. ఇది ఏమంత కష్టంకాదు. మన ప్రయోగంలో మనకంత కష్టాలేమీ ఎదురుకావు.

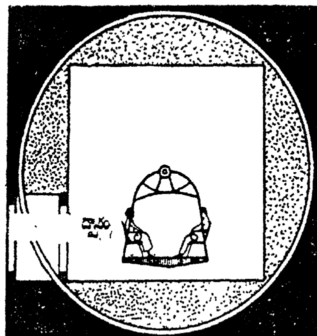
క్షితిజ సమాంతరమయిన అక్షం మీద పాత్రలో ద్రవాలను వేగంగా తిప్పినపుడు అవి పాత్రగోడల మీద ఒత్తిడి కలగజేస్తాయనే లక్షణాన్ని ఈనాటి లోహ సాంకేతిక నిపుణులు లోహపు పోతలు పోయడానికి వాడుకుంటున్నారు. ఇలా చేసినపుడు రకరకాల పదార్థాలు కలిసి ఉన్న ద్రవంలో, ఆయా పదార్థాలు సాంద్రతను బట్టి విడిపోతాయి. బరువయిన భాగాలు అక్షం నుండి దూరంగా, తేలికయినవి చేరువకు కదులుతాయి. ఈ రకంగా కరిగిన లోహంలో దాగిఉన్న వాయువులు, పోతలో చిల్లులకు కారణం కాకుండా, సులభంగా బయటకు వచ్చేస్తాయి. ఈ పద్ధతిలో తయారుచేసిన అచ్చులు సమమయిన మందం, నిర్మాణాలను కలిగి ఉంటాయి. వాటిలో అనవసరమయిన చిల్లులు ఉండవు. ఒత్తిడి ఆధారంగా చేసే మూసపోతకన్నా ఈపద్ధతి ఎంతో మంచిది. దీనికి పెద్దగా పరికరాల అవసరంకూడా ఉండదు.

గెలిలెయోగా మీరు

అత్యద్భుతమయిన అనుభవాల కోసం అర్రులు చాచే వారికి "దెయ్యాల ఉయ్యాల" అనే ఆకర్షణీయమయిన ఆట సరదాగా ఉంటుంది. ఇలాంటిదొకటి కొంతకాలం లెనిన్ గ్రాడ్‌లో ఉండేది. నేనయితే అందులోకి పోలేదు గనుక, ఫిడో రచనలోనుండి అందుకు సంబంధించిన అంశాలను మీకందిస్తాను.

"గదిలో ఒక ఎత్తులో రెండు గోడలను కలుపుతూ ఉండే దూలం మీద ఈ ఉయ్యాల వేలాడదీసి ఉంటుంది. అందరూ అందులో ఎక్కి తమతమ సీట్లలో కూచున్న తర్వాత అక్కడి అటెండెంటు తలుపు మూసేస్తాడు. ఉయ్యాల ఎక్కడానికి అమర్చిన బోర్డును తొలగిస్తాడు. అందిరినీ ఆకాశయాత్రకు పంపిస్తానని చెపుతూ, అతను ఊయలను ఒక తోపు తోస్తాడు. తరువాత అతను వెనక్కు తగ్గి నిలబడతాడు. లేదా బయటకు వెళ్ళిపోతాడు. ఊయల రానురాను మరింత ఎత్తుదాకా ఊగుతుంది. చివరకు దూలం మీదనుండి గుండ్రంగా తిరుగుతుంది. అది రాను రాను మరింత వేగంగా తిరగనారంభిస్తుంది. దాని మీద కూచున్న వారందరికీ గొప్ప వింతయిన

అనుభవం. ముందే తెలిసినాసరే, చాలామంది, తలక్రిందులయి అంతరిక్షంలో పయనిస్తున్నామనుకుని సీట్లను గట్టిగా పట్టుకుంటారు. అప్పుడు నెమ్మదిగా ఊయల వేగం తగ్గి, మళ్ళీ మొదటి పరిస్థితికి చేరి ఆగిపోతుంది.



చిత్రం 31. "రాక్షస ఉయ్యాల" నిర్మాణం

వాస్తవంగానయితే, ఇంతకాలం ఉయ్యాల కదలనేలేదు. గది స్వయంగా, దూలం చుట్టూ అటూ యిటూ కదిలి చివరకు తిరిగింది కూడా! గదిలోని వస్తువులన్నీ నేలకు, గోడకు అతికించి ఉంటాయి. బల్లమీది లాంపుకూడా అలాగే అతికించి ఉంటుంది. దాని మీద షేడ్ ఉంటుంది. ఊయలను తోసిన అటెండెంట్ నిజానికి గది కదలికకు అనుగుణంగా, తోసినట్లు నటించాడంతే! లోపలి ఏర్పాటంతా అందరికీ భ్రమకలిగించేదిగా ఉంటుంది.

ఇందులోని రహస్యం చాలా సులువయినది. మీకిప్పుడు అంతా తెలిసిపోయింది. అయినా మీరుకూడా దెయ్యాల ఉయ్యాలలోకి వెళితే ఒక క్షణం ఆశ్చర్యపోక తప్పదు. ఆ అనుభవం అంతగట్టిది.

పూష్కిన్ "మోషన్ (చలనం)" అనే చిన్న కవితను వ్రాశాడు.

"చలనమనేది లేనే లేదు" అన్నాడా గడ్డం సాధువు.[1]

ప్రశ్నించిన వ్యక్తి,[2] జవాబుగా నడవసాగాడు.

[1] సుమారు క్రీ.పూ. 500 నాడు జీవించిన గ్రీకు తత్వవేత్త జైనాన్, ఈ ప్రపంచంలో చలనమనేది లేనేలేదన్నాడు. "మనకు కలిగే భ్రమవల్ల మాత్రమే, వస్తువులు కదులుతున్నాయని మనమనుకుంటాం" అన్నాడాయన.

[2] అతనితో సంభాషించినది మరొక జ్ఞాని డయొజెనిస్.

గొప్ప జవాబు, మాటలకన్నా ఎంతో మిన్న
కాగితం మీద అక్షరాల గజిబిజికి అంతకన్నా మిన్న
అయితే అయ్యలారా, అంతకన్నా ఆశ్చర్యకరం
వింతయినది, మరోటి నాకు గుర్తుకు వస్తోంది.
కదులుతున్నట్లు కనిపించినా సరే సూర్యబింబం
మొండివాడు గెలిలెయో, అతనే నిజమట నికరం

రహస్యం తెలియకుండానే ఉయ్యాలలో కూచున్న వారందరితో పోలిస్తే. మీరొక గెలిలెయో అవుతారు. అయితే పరిస్థితి తిరగబడుతుందంతే. గెలిలెయో చెప్పింది, భూమి తిరుగుతున్నది, దాని చుట్టూ కనిపించే నక్షత్రాలు, సూర్యుడు తిరగడం లేదని అయితే, మీరు మాత్రం ఊయల తిరగడం లేదని, గదిమాత్రమే తిరుగుతున్నదని చెప్పవలసి వస్తుంది. కనిపిస్తున్న దాన్ని కాదన్నందుకు గెలిలెయోకు పట్టిన దుస్థితి తెలుసు కదా! మీగతి కూడా అంతే అవుతుందేమో?

నాతో చర్చకు దిగండి

మీరు చెప్పే విషయాన్ని సులభంగా రుజువు చేయగలననుకుంటున్నారా? అలాగని మీరనుకున్నట్లయితే, పప్పులో కాలేసినట్లే. మీరు ఆ దెయ్యాల ఉయ్యాలలో కూచున్నారని, అది కదలడం లేదని మీ పక్కనున్నతనికి నచ్చజెప్ప ప్రయత్నిస్తున్నారని అనుకోండి. ఆ చర్చేదో నాతోనే చేయండి! మనచర్చ ప్రారంభించేలోగా, ఊయల పూర్తిగా ఒక చుట్టు తిరిగేదాకా ఆగుదాం. ఇంకొక ఒప్పందం. చర్చ జరుగుతున్నంతసేపు మీరు మీ సీట్లో కదలకుండా కూచుని ఉండాలి. మనకు కావలసినవన్నీ ముందే తీసుకుపోదాం.

మీరు : కదులుతున్నది గది అనీ, మనం స్థిరంగా ఉన్నామనీ చెపితే మీకు అనుమానం ఎందుకు కలుగుతున్నది? మన ఊయలే గనక తిరుగుతూ ఉంటే, మనం తలకిందులయినపుడు కిందపడిపోమా? మనం గాలిలో తలకిందులుగా వేలాడనయితే లేముగదా? మనం కిందపడడం లేదంటే, ఉన్నచోట స్థిరంగా ఉన్నామని, గదిమాత్రమే తిరుగుతున్నదనే గదా అర్థం.

నేను : గుండ్రంగా తిరిగే బకెట్‌లో నీటి సంగతి గుర్తుందా? అదికూడా కిందపడలేదు. పడిందా? బకెట్ తలకిందులయినాసరే పడలేదుగదా! లేదంటే మెలికల్లో సైకిలు నడిపిన అతని సంగతి తీసుకోండి. అతనుకూడా తలక్రిందులయి సైకిలు నడపగలిగాడు పడిపోకుండా!

మీరు : అయితే మనం అపకేంద్రక బలాలవల్ల కలిగే వేగవృద్ధి సంగతేమిటో చూద్దాం. ఈవేగం మనం కింద పడనంతగా పెరిగిందా? మనం అక్షంనుంచి ఎంతదూరం ఉన్నామో తెలుసు. సెకండుకు ఎన్నిచుట్లు తిరుగుతున్నామో తెలుసు సమీకరణంవేసి మనం వేగాన్ని లెక్కవేయవచ్చు!...

నేను : అవసరంలేదు. మనం కావలసినన్ని సార్లు ఇలా చుట్టు తిరుగుతుంటామనే అటెండెంట్ నాతో చెప్పాడు. ఈ లోగా మీ వివరణ కానివ్వవచ్చు. మీలెక్కలవల్ల

మాత్రం ఒరిగేదేమీ లేదు.

మీరు : అయితే నాకు మాత్రం మిమ్మల్ని ఒప్పించగలననే నమ్మకం ఇంకా పోలేదు. ఆ గ్లాసులో నీరు పడిపోలేదు. ఈ మాటలంటే కూడా మీరు మళ్లీ బకెట్ సంగతే గుర్తు చేస్తారు నాకు తెలుసు. అయితే ఇదిగో నాదగ్గర ఈ వడంబం ఉంది. ఇది చూడండి. బరువు ఎప్పుడూ కిందకు అంటే మన కాళ్ళవేపే చూపుతున్నది. గది నిశ్చలంగా ఉండి మనమే గనక గుండ్రంగా తిరుగుతూ ఉంటేనే గదా, ఇది మనతో తిరుగుతూ ఒకసారి మన కాళ్ళవేపు ఉంటుంది! మరోసారి మన తలవేపు వస్తుంది.

నేను : మీరు మళ్లీ తప్పు చెపుతున్నారు. మనం గనక నిజంగా వేగంగా తిరుగుతుంటే వడంబం కూడా అక్షంనుండి వెలుపలికే వేలాడి తిరుగుతుంది. భ్రమణంయొక్క అర్ధవ్యాసం మీద అది నిలబడుతుంది. అంటే ఎప్పటికీ అది మన కాళ్లవేపే నిలబడుతుంది. ఇక ఇప్పుడు జరుగుతున్నది. అదే కదా!

వాదం గెలిచే విధానం

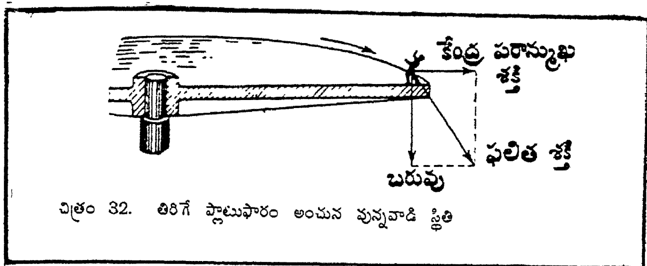
మీమాట సత్యమని ప్రత్యర్థిని ఒప్పించడానికి మీ రొక పనిచేయాలి. ఊయల మీదకు వెళ్ళేముందు మీరొక తీగత్రాసు తీసుకుని వెళ్లాలి. దానికి ఒక కిలోగ్రాము లేదా ఎంతో కొంత బరువు తగిలించి ఉంచాలి. అప్పుడు త్రాసులో బరువును సూచించే పాయింటర్‌ను గమనించాలి. అందులో మార్పు కలగడం లేదంటే ఊయల కదలడం లేదనే మీవాదం నిరూపణ అవుతుంది.

ఊయల గనక దూలం చుట్టూ గుండ్రంగా తిరుగుతూ ఉంటే, మీతో బాటు తీగత్రాసు కూడా తిరుగుతుంది. దాని మీద భూమ్యాకర్షణ ఒకటే గాక, అపకేంద్రక బలం కూడా పనిచేసి, త్రాసు భూమికి చేరువగా వచ్చినపుడు బరువు పెరుగుతుంది తలక్రిందులయి పైకి వెళ్ళినపుడు, భూమ్యాకర్షణ తగ్గి, అందులో తక్కువ బరువు చూపుతుంది. అలాకాక పాయింటర్ ఎప్పటికీ ఒకే బరువును సూచిస్తుందంటే బరువులో హెచ్చు, తగ్గు లేవీ రాలేదని, అంటే తిరిగేది గది మాత్రమే, ఊయల కానేకాదని నిర్ధారణ అవుతుంది.

మాయా గోళం

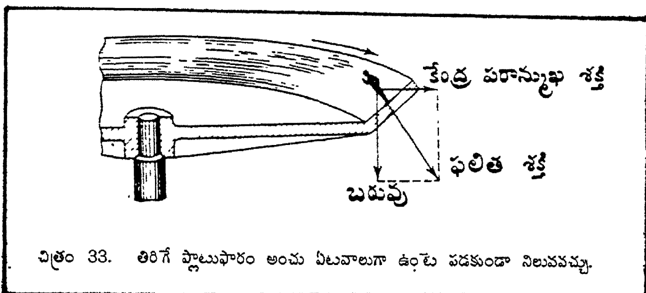
తెలివిగల అమెరికన్ ఒకతను అమ్యూజ్‌మెంట్ పార్కులో వింతయిన రంగుల రాట్నం ఒకటి ఏర్పాటు చేశాడు. ఇది గోళాకారంలో ఒకగదిలో ఉంటుంది. అందులోనికి ప్రవేశించిన వారికి ఏదో వింత ప్రపంచంలోకి వెళ్ళిన అనుభవం కలుగుతుంది.

వేగంగా తిరుగుతుండే గుండ్రని ప్లాట్‌ఫాం వెలుపలి అంచుమీద నిలబడితే ఎలా ఉంటుందో ఊహించండి. అది తిరుగుతూ ఉండడంవల్ల మనల్ని బయటికి విసిరేయ ప్రయత్నిస్తుంది. కేంద్రంనుండి ఎంత వెలుపలికి వెళితే, తోసేస్తున్న ఈబలం అంత



చిత్రం 32. తిరిగే ప్లాటుఫారం అంచున వున్నవాడి స్థితి

ఎక్కువవుతుంది. అప్పుడిక కళ్లుమూసుకోండి. చదునుగాకాక ఏటవాలుగా నున్న ఒక తలంమీద మనల్ని మనం నిలదొక్కుకోవడానికి ప్రయత్నిస్తున్నట్లు అనిపిస్తుంది. ఎందుకు? ఈ సందర్భంలో శరీరంమీద ఏయే బలాలు పనిచేస్తాయో గమనిస్తే విషయం తెలుస్తుంది. భ్రమణం మనల్ని బయటకు నెట్టుతుంటే, గురుత్వాకర్షణ మాత్రం భూమివైపు అంటే క్రిందకు లాగుతుంది. ఈరెండు బలాలు కలిసి సమాంతర చతుర్భుజ సిద్ధాంతం ప్రకారం ఒక మూడవ బలం ఏర్పడుతుంది. అది ఏటవాలుగా మనల్ని కిందకు లాగుతుంది. తిరిగే వేగం పెరిగిన కొద్దీ మూడవబలం మరింత పెరుగుతుంది. వాలుకూడా ఎక్కువవుతుంది.



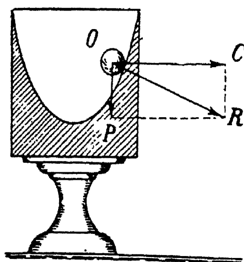
చిత్రం 33. తిరిగే ప్లాటుఫారం అంచు ఏటవాలుగా ఉంటే పడకుండా నిలువవచ్చు.

ప్లాట్‌ఫాం అంచుపైకి మళ్లీ ఉందని, ఆ ఏటవాలు తలంమీద మీరు నిలబడి ఉన్నారని అనుకోండి ప్లాట్ ఫాం కదలకుండా ఉంటే అక్కడ నిలబడడం వీలుపడదు. క్రిందకు జారడము, లేదా పడిపోవడం తప్పదు. అయితే ప్లాట్‌ఫాం తిరుగుతున్నదనుకోండి. పరిస్థితి మరోలాగ ఉంటుంది. ప్లాట్‌ఫాం తిరిగే వేగం తగినంతగా ఉంటే ఆ పైకి వంగిన ప్రాంతం చదునుగా ఉన్న భావం కలుగుతుంది. అందుకు కారణం అపకేంద్రబలం ఒకవైపు, భూమ్యాకర్షణ మరొకవైపు అనుగుణంగా వాటివాటి వాలుల్లో పనిచేయడమే. అవి రెండూ వంగిన అందుకు లంబకోణంలోఉండే, మూడవ బలాన్ని సృష్టిస్తాయి. రైల్వే ట్రాకు వంపుదిరిగిన చోట లోపలి పట్టాకన్నా, వంపువెలుపలి పట్టా కొంచెం ఎత్తుగా ఉండడాన్ని ఈపరిస్థితి బాగా అర్థం చేయగలుగుతుంది. కార్లు, మోటారుసైకిళ్లు రేసులో పరిగెత్తే మార్గాలు కూడా ఏటవాలుగా ఉంటాయి. రేసుల్లో పాల్గొనేవారు ఆ ఏటవాలు తలంమీద తమ

వాహనాలను బాగా నడపగలుగుతారు.

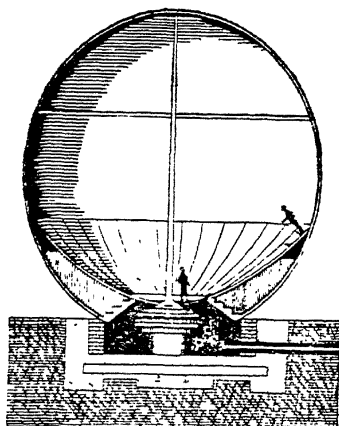
రంగులరాట్నం అంచును తగినరీతిలో వంచి, ఒక ప్రత్యేకమయిన వేగం దగ్గర, దాని వంపు తలంలో అన్ని స్థానాలు, ఫలిత బలానికి లంబకోణంలోనే ఉండేట్లు ఏర్పాటుచేస్తే, ఆ అంచుమీద నిలబడ్డ వారందరూ సమంగా ఉన్న తలం మీదే నిలబడ్డామనుకుంటారు. ఇటువంటి వంపుగల భాగాన్ని గురించి గణిత నిపుణులు లెక్కవేసి, అది "పారాబొలాయిడ్"గా ఉండాలని నిర్ణయించారు. గ్లాసులో సగంవరకు మాత్రమే నీరుపోసి నిటారుగా ఉంచి, దాన్ని అక్షంమీద గిరగిరా తిప్పితే నీటిలో పారాబొలాయిడ్‌గా గుంట ఏర్పడుతుంది. అంచుల్లో నీరు పైకి కదులుతుంది. గ్లాసు మధ్యలో నీరు మాత్రం క్రిందకు పోతుంది. కాబట్టి దాని రూపం పారాబొలాయిడ్‌గా మారుతుంది. గ్లాసులో నీటికి బదులు కరిగిన మైనం పోసి అది గట్టిపడేదాకా తిప్పుతూ ఉంటే, స్థిరమయిన పారాబొలాయిడ్ ఏర్పడుతుంది. ఈ తలాన్ని ఒక ప్రత్యేకమయిన వేగంతో తిప్పితే, చదునుగా ఉండే భావాన్ని కలిగిస్తుంది. అందులోని ఒక చోట ఏదయినా గుండ్రని గోళీని ఉంచితే అది పడి పోకుండా నిలబడుతుంది.

చిత్రం 34. లోటాను తగినంత వేగంగా తిప్పితే పక్కన వున్న బంతి పడిపోకుండా ఉంటుంది.



ఇంత చదివిన తర్వాత అమెరికన్ తయారుచేసిన వింతరంగుల రాట్నం ఎలా ఉండేదో ఊహించగలరనుకుంటాను. దాని అడుగుభాగం పారాబొలాయిడ్ రూపంలో ఉంది అది గుండ్రంగా తిరిగేలా ఏర్పాటు చేయబడింది. రహస్యంగా ఏర్పాటు చేసిన యంత్రాల సాయంతో ఈ భాగాన్ని నెమ్మదిగా తిప్పుతూ ఉంటే, ఆ గోళాకారపు గదిలోని ఇతర వస్తువులు వారితోబాటు తిరగక పోయేసరికి, వంపుమీద నిలబడిన వారికి, తల తిరుగుతున్న భావం కలుగుతుంది. ప్లాట్‌ఫాం కదలడం లేదనే భావం కలిగించడం కోసం దాన్ని, వెలుగులోపలికి చొరని ఒక గోళాకారపు గదిలో ఉంచారు. ఆగది కూడా ప్లాట్‌ఫాంతో సమమయిన వేగంతో తిరుగుతూ ఉంటుంది.

ఇక అందులో మనకు ఏం కనిపిస్తుంది? ఏం అనిపిస్తుంది? గది తిరుగుతున్నప్పుడు, చదునుగా ఉన్న మధ్యనేల మీద నిలబడినా, లేక 45° వాలులో ఉండే అంచుమీద

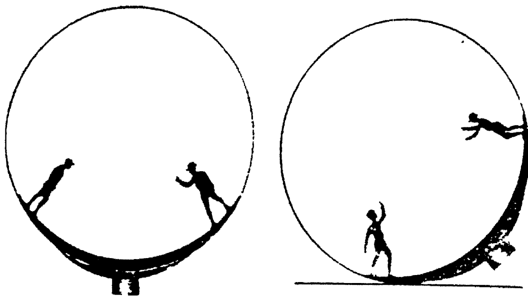


చిత్రం 35. "మంత్రగోళం" (మధ్యచ్ఛేదం)

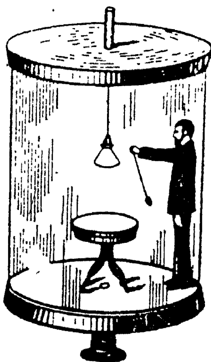
నిలబడినా, భేదం తెలియదు. అంతా సమంగా చదునుగానే అనిపిస్తుంది. కంటికి మాత్రం నేల ఆకారం పుటాకార దర్పణాన్ని పోలి కన్పిస్తుంది. కాని శరీరం మాత్రం, చదును నేలమీద నిలబడ్డామంటుంది. రెండు జ్ఞానేంద్రియాలకు రెండు విభిన్నమయిన భావాలు కలుగుతాయి. మీరు వంపు ఒక చివరనుండి మరో చివరకు నడిచి వెళితే, మీ బరువువల్ల అంత పెద్దగది సబ్బు బుడగలా జారుతున్నదని అనిపిస్తుంది. మీకు మీరు చదునైన నేలమీద ఉన్నామనే అనిపిస్తుంది. గదిలోని ఇతరులు మాత్రం, గోడల వెంట కిందకు, మీదకూ పురుగులవలె పాకులాడుతూ కనబడతారు. నీరు కింద ఒలికితే, పుటాకారంగా ఉన్న ప్రాంతమంతటిలోనూ సమంగా పరుచుకుంటుంది. మీ ముందు వాలుగా ఉండే నీటి గోడ ఉన్నట్లనిపిస్తుంది.

మనకు అనుభవంలోనున్న భూమ్యాకర్షణ లక్షణాలేవీ కనబడవు. విమానంలో మలుపులు తిరిగేటప్పుడు కూడా ఇటువంటి భావమే కలుగుతుంది. గంటకు 200 కి.మీల వేగంతో ఎగురుతు 500 మీ. అర్ధవ్యాసం ఉండే వంపుమార్గంలో పోతుంటే, భూమి పైకెగిసి 16° వాలులో నిలబడినట్లనిపిస్తుంది.

పరిశోధన అవసరాల కోసం జెర్మనీలోని గ్యోటింజెన్ నగరంలో ఇలాంటి తిరిగే పరిశోధనశాలను ఒకదాన్ని నిర్మించారు. అది సిలిండరు ఆకారంలో అంటే గుండ్రని నేలగలిగిన ఒక గది దాని వ్యాసం 3 మీటర్లు సెకండుకు తనచుట్టు తాను 50 చుట్లు తిరుగుతుంది. దాని నేలమాత్రం చదునుగా ఉండేది. అందుకని ఆ గదిలో నిలబడిన వ్యక్తికి, మొత్తం గది ఒకపక్కకు వాలిందని, తనుకూడా వాలిన ఒక



చిత్రం 36. (ఎడమ) "మంత్రగోళం" లోని మనుషుల వాస్తవస్థితి (కుడి) ఒకరికొకరు కనిపించే స్థితి



చిత్రం 37. పరిభ్రమించే ప్రయోగశాల. వాస్తవ స్థితి



చిత్రం 38. పరిభ్రమించే ప్రయోగశాల అగుపించే పద్ధతి ప్రయోగశాల అగుపించే పద్ధతి.

గోడమీద అనుకుని ఉన్నానని అనిపించేది.

ద్రవంతో దూరదర్శిని

పరావర్తన దూరదర్శినిలో వాడుకోవడానికి అనువయిన అద్దం పారాబొలాయిడ్ ఆకారంలో, అంటే తిరిగే పాత్రలో ద్రవం పొందే ఆకారంలో ఉండాలి. టెలిస్కోపులు తయారు చేసేవారు సంవత్సరాల తరబడి, ఇటువంటి అద్దం తయారుచేయడానికి శ్రమిస్తుంటారు. ఈ కష్టాలవసరం లేదని అమెరికన్ భౌతిక శాస్త్రజ్ఞుడు వుడ్ ఒక

ద్రవ దర్పణాన్ని తయారు చేశాడు. వెడల్పాటి మూతి గల పాత్రలో పాదరసం పోసి దాన్ని వేగంగా తిప్పితే, పాదరసం పారాబొలాయిడ్ ఆకారంలోకి మారుతుంది. పాదరసం తలం తళతళలాడుతూ, కాంతిని పరావర్తనం చేస్తుంది. గనుక అది అద్దంలాగ పనిచేయగలదు. వుడ్ తన టెలిస్కోపును తక్కువలోతుగల బావిలాంటి చోట ఏర్పాటుచేశాడు. పాదరసం పాత్రను తిప్పేందుకు వీలుగా యంత్రాన్ని ఏర్పాటు



చిత్రం 39. టెలిస్కోపుయొక్క ద్రవదర్పణం.

చేశాడు. ఏర్పడిన దర్పణంలో తన ముఖం ప్రతిఫలించేట్లు చేశాడు. అయితే ఈ దూరదర్శినిలో కొన్ని లోట్లు కనబడ్డాయి. ఏకొంచెం కదిలినా ద్రవదర్పణంలో అలలు వచ్చి ప్రతిబింబం బూజయి పోయేది. చూడడానికి ఎంతో సులువుగా ఉన్నప్పటికీ వుడ్ తయారుచేసిన పాదరసం టెలిస్కోపును వాడుకోవడం మాత్రం వీలు కాలేదు. ఇతరులుగానీ, చివరకు వుడ్ స్వయంగాగానీ, దాన్ని అంతగా పట్టించుకోలేదు. ఈ పరికరాన్ని చూచిన తర్వాత ఎ.జి.వెబ్‌స్టర్ అనే మరో భౌతిక శాస్త్రజ్ఞుడు ఇలా రాశాడు.

గణ గణ గంట
గుంటలో ప్రొఫెసరంట
అందులో అతనేం వేశాడు?
గిన్నెనిండా పాదరసం
బయటికి ఏమిటి తెచ్చాడు?
ఉట్టి చేతులతో వచ్చాడు.

లూప్ తిరగడం

సర్కసులో సైకిలుతో చేసే ఫీట్లు మీరు చూచి ఉంటారు. సైకిలు మీద వ్యక్తి తలకిందులయేలా సుడులు తిరుగుతాడు చిత్రం 40లో ఈవింతను చూడవచ్చు. ఎత్తయిన ఒక చోటినుండి బయలుదేరి అతను గుండ్రటి వంపు మీద తలక్రిందులయ్యే దాకా తిరుగుతూ వేగంగా మళ్లీ మామూలు పరిస్థితికి వస్తాడు. అతను క్రింద మాత్రం పడడు. (ఈ ఫీటుకు 1902లో డయాబోలో జాన్సన్, మెఫిస్టో నాయిసెట్ అనే ఇరువురు వేరువేరుగా కనుగొన్నారు)

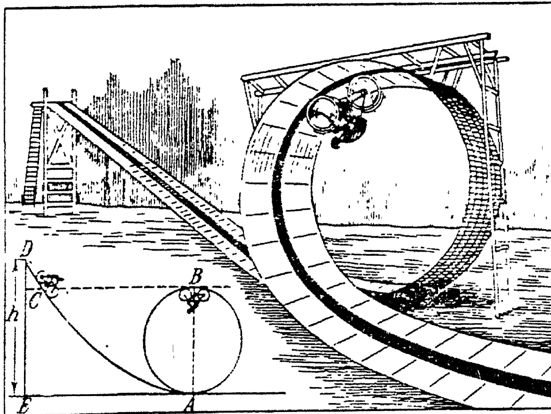
సర్కస్ వారు ఫీట్లలో ఇది తల మానికం, తలక్రిందులయినా సరే, సైకిలిస్టు పడి, మెడలు విరుచుకోకుండా నిలబెట్టే శక్తి ఏమిటా అని ప్రేక్షకులు ఆశ్చర్యపడతారు. అనుమాన పిశాచులయితే ఇందులో ఏదో మోసం ఉందంటారు. అయితే ఇందులో అసాధారణమయిందేమీ లేదు. దీనికి సమాధానం యంత్ర శాస్త్రంలో దొరుకుతుంది. మనిషిని కాకుండా, ఆమార్గం చుట్టూ ఒక బంతిని సరైన వేగంతో దొర్లించితే అదికూడా పడకుండా తిరిగి వస్తుంది. స్కూలు పరిశోధన శాలల్లో ఇందుకు సంబంధించిన నమూనాలుండి ఉంటాయి.

ఈ ఫీటును కనుగొన్న మెఫిస్టో, ముందుగా తనంత బరువుండే ఇనుపగుండును ఆ దారిలో దొర్లించి, ఏర్పాటును పరీక్షించాడు. అంతా సవ్యంగా జరుగుతుందని నమ్మకం కుదిరిన మీదటే తను స్వయంగా రంగంలోకి దిగాడు.

గుండ్రంగా తిరిగే బకెట్‌లో నీరులాగే ఇక్కడకూడా మనిషి పడకుండా ఉంటాడని మీరు ఊహించి ఉంటారు. పడకుండా తలక్రిందులయి తిరిగి రావాలంటే అక్కడికి చేరే సరికి ఉండే వేగం తగినంతగా ఉండాలి. ఇది ముందు సైకిలు బయలుదేరే ఎత్తుమీద ఆధారపడి ఉంటుంది. ఇక అన్నిటికన్నా తక్కువ వేగం, వంపు దిరిగి మార్గం యొక్క అర్ధవ్యాసం మీద ఆధారపడి ఉంటుంది. ఇది గమనించిన తర్వాత అప్పుడప్పుడు ఈ స్టంటులు ఎందుకు పనిచేయవో తెలుస్తుంది. ప్రారంభించే ఎత్తును సరిగా లెక్కవేసి నిర్ణయించక పోతే ఫీటు చేసే అతను మెడలు విరగపడతాడు.

సర్కస్ లెక్కలు

వరుసగా సూత్రాలను పొడిపొడిగా చెప్పుతూ పోతే భౌతిక శాస్త్రమంటే ఇష్టంగల వారికి కూడా వెగటు పుడుతుంది. లెక్కలను నిర్లక్ష్యం చేయడం ద్వారా వారు,



చిత్రం 40. లూప్ తిరగడం : దిగువ ఎడమ – లెక్క కోసం రేఖా చిత్రం.

జరగబోయే విషయాలను, అందుకు అవసరమయిన పరిస్థితులను ముందే గుర్తించడంలో గల ఆనందాన్ని పోగొట్టుకుంటారు. సైకిలు తిరిగే ఫీటు గురించి లెక్కలు కట్టడానికి ఒకటి రెండు ఫార్ములాలు మాత్రం వాడుకుంటే చాలు, వాటిని వివరిస్తాను.

మనం కనుగొనవలసిందేమిటో ముందు నిర్ణయించుకుందాం. h అనేది సైకిలిస్టు తన గిరికీలు ప్రారంభించవలసిన ఎత్తు. x అనేది లూపుకన్నా ఎత్తుగా ఉండే h లోని భాగం. చిత్రం 40 లో చూస్తే మనకు x = h - AB అని తెలుస్తుంది. ఇక r అనే వృత్తం యొక్క అర్ధవ్యాసం, m = ఫీటు చేసే వ్యక్తి యొక్క పూర్తి ద్రవ్యరాశి అది సైకిలుతో సహా, బరువును సూచించాలంటే mg అవుతుంది. ఇందులో g అంటే గురుత్వాకర్షణ గుణకం. అది సెకండుకు 9.8 మీటర్లుంటుంది. ఇక చివరగా లూపు పై భాగంలో ఉన్నప్పుడు సైకిలిస్టు యొక్క వేగాన్ని ϑ అందాం.

వీటన్నింటినీ కలిపి రెండు సమీకరణాలు వ్రాసుకోవచ్చు. (1) యంత్రశాస్త్రం ప్రకారం ఏటవాలు దారిలో C వద్ద ఎంత వేగంలో ఉంటుందో సైకిలు, లూపు యొక్క పై భాగంలో, అంటే B వద్దకూడా అంతేవేగంలో ఉంటుంది. ఈ స్థానాలు రెండు ఒకే ఎత్తులో ఉండడమే ఇందుకు కారణం. ఇందులో మొదటి వేగం $\vartheta = \sqrt{29x}$ లేదా $\vartheta^2 = 2gx$ అని సూచించవచ్చు. కాబట్టి లూపులోని పై భాగంలో సైకిలు వేగం $\sqrt{2gx}$ వుంటుంది.

(2) సైకిలు తలక్రిందులయినపుడు, అంటే B దగ్గరనున్నప్పుడు, పడకుండా ఉండాలంటే, అపకేంద్రక త్వరణం, భూమ్యాకర్షణ త్వరణం కన్నా ఎక్కువగా ఉండాలి. అంటే $\frac{\vartheta^2}{\vartheta} > g$ లేక $\vartheta^2 > gx$, ఇక $\vartheta^2 = 2gx$ అని మనకు తెలుసు

గనుక $2gx > gx$ లేక $x > \frac{1}{2}$.

కాబట్టి ఈ ఫీటు విజయవంతంగా జరగాలంటే, సైకిలు మొదట ప్రారంభించే ఎత్తు, లూపులోని ఎత్తయిన చోటు B కన్నా, లూపు యొక్క వ్యాసార్ధంలో రెండవ వంతయినా ఎక్కువగా ఉండాలి. ఆ మార్గం ఎంత ఏటవాలుగా ఉండేది ముఖ్యంకాదు. ఉండవలసిందంతా సైకిలు ప్రయాణం మొదట పెట్టేచోటు లూపుపై భాగంకన్నా, లూపు వ్యాసంలో నాలుగవ వంతు ఎక్కువ ఎత్తులో ఉండాలి. మెలిక వృత్తం మొత్తం 16 మీటర్ల ఎత్తు ఉందనుకుంటే, సైకిలు కనీసం 20 మీటర్ల ఎత్తున బయలుదేరాలి. అంతకు ఏ కొంచెం తగ్గినా, పూర్తి గిరికీ కొట్టే అవకాశం ఉండదు. పూర్తి ఎత్తుకు చేరక ముందే పడిపోతాడు.

మనం సైకిలు మీద ఏర్పడే ఘర్షణను లెక్కలోకి తీసుకోలేదని గమనించాలి. కాబట్టి వాలుప్రాంతాన్ని మరీ పొడుగుగా లేక వాలుగా ఏర్పాటు చేయకూడదు. లేకుంటే సైకిలు వేగం Bకి చేరే సరికి C దగ్గరకన్నా తక్కువయి పోతుంది.

ఇంకొక సంగతిని కూడా గుర్తుంచుకోవాలి. ఈ ఫీటు చేసే వ్యక్తి సైకిలు మీద ఊరికే కూచుని దానంతటదే వేగం పెరగనిస్తాడు. పెడల్స్ తొక్కనవసరం లేదు. అతను వేగాన్ని పెంచడానికిగాని, తగ్గించడానికి గాని ప్రయత్నించకూడదు చేయవలసిందల్లా, నిటారుగా సైకిలు మీద కూచోవడమే. ఏ కొంచెం పక్కకు వంగినా పడిపోవడం తప్పదు. సైకిలు గిరికీ కొట్టేటప్పుడు గొప్పవేగంలో ఉంటుంది. 16 మీటర్ల ఎత్తయిన లూపును సరిగ్గా మూడు సెకండ్లలో సైకిలిస్టు గిరికీగా చుట్టి వస్తాడు. అంటే గంటకు 60 కి.మీల వేగంతో నన్నమాట! ఇంత వేగంగా నడిచే సైకిలును అటుయిటు తిప్పడం చాలా కష్టం. నిజానికి సైకిలిస్టు ఆ విషయాన్ని పట్టించుకోనవసరం లేదు. అతను కేవలం మెకానిక్సు సూత్రాలను నమ్మితే చాలు. ఈ పనినే వృత్తిగా పెట్టుకున్న ఒక వ్యక్తి తను రాసిన పుస్తకంలో "ఈ సైకిలు స్టంటులో నిజానికి ప్రమాదాలు లేనే లేవు. అయితే అందుకోసం చేసిన నిర్మాణం మాత్రం సరిగ్గా, ధృఢంగానూ ఉంటేసరి" అంటాడు. "ఇక అపాయం అంటూ ఏదయినా ఉంటే అది సైకిలు మీదనుండే మనిషి మాత్రమే. అతని చేతులు వణికినా, లేక ఉద్వేగం కలిగి, తన్ను తాను మరిచినా, లేక అతనికి అకస్మాత్తుగా కళ్లు తిరగడం లాంటివి జరిగినా సరే, ఏదో ఒక ప్రమాదం జరిగి తీరుతుంది."

"నెస్టెరోవ్ లూప్" ఇంకా మరికొన్ని ఇలాంటి ఫీట్లు కూడా ఈ సూత్రం ఆధారంగానే తయారయినవి. వీటన్నిటిలోనూ ప్రారంభ వేగం, ఫీటు చేసే వ్యక్తి యొక్క ఒడుపు ముఖ్యమయినవి.

తూకంలో తరుగు

వినియోగదారులను మోసం చెయ్యకుండానే తక్కువ తూకం సరుకులు ఇవ్వడం తనకు తెలుసని ఒక సరదా మనిషి నాతో అన్నాడు. అతని రహస్యమేమిటంటే భూమధ్య రేఖ దగ్గర సరుకులు కొనడం, వాటిని ధృవప్రాంతాల దగ్గర అమ్మడం!

ధృవప్రాంతం కన్నా భూమధ్యరేఖ వద్ద వస్తువుల బరువు తక్కువగా ఉంటుందన్న సంగతి అందరికీ తెలిసిందే. భూమధ్యరేఖ వద్ద ఒక కిలోగ్రాము తూగిన వస్తువు ధృవం దగ్గర మరో అయిదు గ్రాములు ఎక్కువ బరువుంటుంది. అయితే మామూలు తక్కెడలు వాడితే కుదరదు. భూమధ్య రేఖ వద్ద తయారుచేసి, బరువులు గుర్తించిన తీగ త్రాసయితేనే ఈ భేదం తెలుస్తుంది. లేకుంటే ఎటువంటి భేదం తెలియదు. వస్తువు బరువు పెరిగే మాట వాస్తవమే. అలాగే తూకంరాళ్ల బరువు కూడా పెరుగుతుంది గనక తేడా తెలియదు. పెరూలో ఒక టన్ను బంగారంకొని, తీసుకెళ్లి అయిస్ లాండ్‌లో అమ్మితే బోలెడు లాభం వస్తుంది. అయితే రవాణా ఖర్చులుండరాదు.

ఈ రకంగా లాభాలు పొంది డబ్బు సంపాదించిన వారెవరూ లేరుగాని, అసలు విషయం మాత్రం నిజమే. మనం భూమధ్యరేఖ నుండి దూరం పోయినకొద్దీ భూమ్యాకర్షణ పెరుగుతుంది. భూమి తిరుగుతూ ఉండడంవల్ల భూమధ్యరేఖ వద్ద వస్తువులు చాలా పెద్ద వృత్తాకార కక్ష్యలో తిరుగుతాయి. పైగా అక్కడ భూమి ఉబ్బెత్తుగా ఉంటుంది. అయితే బరువులో తరుగు రావడానికి ముఖ్యకారణం భూమి యొక్క పరిభ్రమణం. దీని వల్ల వస్తువులు ధృవం దగ్గర కన్నా భూమధ్యరేఖ వద్ద 1/290 వంతులు తక్కువ బరువుంటాయి.

తేలికగా ఉండే వస్తువులను ఒక అక్షాంశం నుండి మరొక అక్షాంశానికి మార్చినపుడు వాటి బరువులో వచ్చే తేడా చాలా తక్కువ. అయితే చాలా బరువయిన వాటిల్లో మాత్రం తేడా కొట్టవచ్చినట్లు కనబడుతుంది. మాస్కోలో అరవైటన్నులు తూగిన రైలును అర్ఖాంగెలెస్క్ చేరేసరికి 60 కిలోల బరువు పెరుగుతుంది. అదే రైలు ఒడెస్సాకు చేరితే బరువు 60 కిలోలు తగ్గుతుంది. ఒక కాలంలో స్పిట్జ్‌బెర్గన్ నుండి 3,00,000 టన్నుల బొగ్గు ప్రతి ఏటా దక్షిణాది రేవులకు పంపబడేది. అదే బొగ్గును భూమధ్యరేఖా ప్రాంతంలో రేవులకు గనక పంపి ఉంటే 1,200 టన్నుల తరుగు వచ్చి ఉండేది. అయితే ఇందుకోసం బొగ్గును మొదట తూచిన త్రాసుతోనే బట్వాడా కేంద్రంలో తూచి చూడవలసి ఉంటుంది. అర్ఖాంగెల్‌స్క్‌లో 20,000 టన్నుల బరువున్న యుద్ధనౌక భూమధ్యరేఖా ప్రాంతపు సముద్రంలో 80 టన్నుల బరువు తగ్గుతుంది. అయితే ఈ విషయాన్ని ఎవరూ గమనించరు సముద్రంలో నీటితో బాటు అన్ని వస్తువుల బరువూ తరిగిపోవడమే ఇందుకుగల కారణం. అలా జరుగుతుంది గనకనే ఓడలు ఎక్కడున్నా ఒకంతే నీటిని లాగుతాయి. ఓడ తేలికయితే, దానితో బాటే నీరుకూడా తేలికవుతుంది గదా!

భూమి ప్రస్తుతం కన్నా ఎక్కువ వేగంతో తిరుగుతూ ఉంటే, అంటే రోజుకు 24 గంటలు కాక కేవలం 4 గంటలు మాత్రమే ఉంటే, బరువులో వచ్చే ఈ తేడాలు మరింత బాగా కనబడగలవు. అటువంటి పరిస్థితిలో ధృవప్రాంతంలో కే.జీ తూగిన పదార్థం భూమధ్యరేఖ వద్ద 875 గ్రాములు మాత్రమే తూగుతుంది శనిగ్రహం మీద ఇంచుమించు ఇటువంటి పరిస్థితులే ఉన్నాయి. దాని మధ్య రేఖ వద్ద కన్నా ధృవప్రాంతంలో బరువు దేనికయినా ఆరవ వంతు పెరుగుతుంది.

భ్రమణ వేగం యొక్క వర్గానికి, అపకేంద్రత్వరణం అనులోమంగా పెరుగుతుంది. గనుక, భూమధ్యరేఖ వద్ద ఈ త్వరణం 290 రెట్లు లేదా, గురుత్వాకర్షణ బలానికి సమంగా ఉండేట్లుండాలంటే, భూమి ఎంత వేగంగా తిరగవలసి ఉంటుందో మనకు తెలుసు. ఇలా జరగాలంటే భూమి ప్రస్తుతం కన్నా 17 రెట్లు వేగంగా తిరగాలి. అప్పుడు వస్తువులవలన ఎటువంటి పీడనం ఏర్పడదు. అన్నింటికీ బరువు శూన్యమవుతుంది. శనిగ్రహం మీద వస్తువులు భారరహితం కావాలంటే అది మరో రెండున్నర రెట్లు ఎక్కువ వేగంగా తిరగాలి.

గురుత్వాకర్షణ

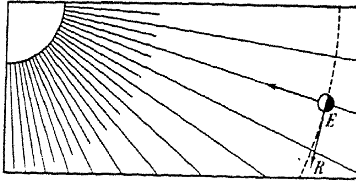
గురుత్వాకర్షణ శక్తి గణనీయమయినదా?

ప్రతి నిమిషం వస్తువులు క్రిందపడుతూ ఉండడం చూస్తుండకపోతే, మనకది అత్యాశ్చర్యకరంగా కనిపించేదే! అంటాడు ఫ్రెంచి ఖగోళశాస్త్రవేత్త అరాగో. మనకు చిరపరిచితమయిందిగనక, భూమి ప్రతివస్తువును తనకేసి ఆకర్షించుకునే ఈ లక్షణం, అదే గురుత్వాకర్షణను, చాలా సహజమని, సాధారణమనీ అనుకుంటాం. వస్తువులన్నీ ఒక దాన్ని మరొకటి ఆకర్షించుకుంటాయని చెపితే మాత్రం, మనం నమ్మలేము అటువంటిది మన దృష్టికి ఎప్పుడూ కనబడి ఉండలేదు గదా!

గురుత్వాకర్షణ సిద్ధాంతం తన ప్రభావాన్ని ఎల్లెడలా, ఎల్లవేళలా ప్రదర్శితం చేయదెందుచేత? బల్లలు, పుచ్చకాయలు, ప్రజలు ఒకరినొకరు ఆకర్షించుకోవడం ఎందుకు మన కంటబడదు. చిన్న చిన్న వస్తువుల మధ్యన గల ఈ ఆకర్షణ శక్తి చాలా తక్కువగా ఉండడమే ఇందుకు కారణం. ఇందుకొక ఉదహరణ రెండు మీటర్ల దూరంలో నిలబడిన ఇద్దరు వ్యక్తుల మధ్యన ఆకర్షణ ఉంటుంది. సగటు బరువుగల వ్యక్తుల ఆకర్షణ శక్తి 0.01 మి.గ్రా. కన్నా తక్కువ. అందుకే అది చాలా తక్కువ తక్కెడలో 0.00001 గ్రాము బరువును వేస్తే ఎంత బలం ప్రయోగమవుతుందో, కేవలం అంతబలం మాత్రమే ఇద్దరు వ్యక్తుల మధ్యన ఉంటుంది. అంత తక్కువ బరువును ఎంతో సున్నితమయిన, పరిశోధనశాలల్లోని త్రాసులు తప్ప మామూలువి కనుగొనను గూడా కనుగొనలేవు. అటువంటి బలం వ్యక్తుల మీద ఎటువంటి ప్రభావం చూపజాలదని విడిగా చెప్పనవసరం లేదు. పైగా నేలకు, మన కాళ్లకు మధ్యనుండే రాపిడి ఈ బలాన్ని తుడిచేస్తుంది. చెక్క మీద నిలబడిన వ్యక్తి కాళ్ళకు, చెక్కకు మధ్యన రాపిడి, ఆవ్యక్తి బరువులో 30 శాతం దాకా ఉంటుంది. అతడిని కదిలించాలంటే కనీసం 20 కి.గ్రా.ల బలాన్ని ప్రయోగించాలి. అటువంటి బలంతో మిల్లిగ్రాములో వందవ వంతు బలాన్ని పోల్చి చూడడం, పిచ్చిపని. గ్రాములో వెయ్యవ వంతుండేది మిల్లిగ్రాము. గ్రాముకంటే కిలో గ్రాములో వెయ్యవంతు. అంటే 0.01 మి.గ్రా. లంటే, మనిషిని లాగడానికి అవసరమయిన బలంలో 50 కోట్లవ వంతు. అందుకనే సాధారణ పరిస్థితులో రెండు వస్తువుల మధ్యనుండే ఆకర్షణ శక్తిని మనం చూడలేము.

ఘర్షణ గనక లేకుంటే అతిస్వల్పమయిన ఆకర్షణ బలాన్ని కూడా ఆపగలిగేదేదీ ఉండదు. అయినా మనం గమనించిన 0.01 మి.గ్రా.ల ఆకర్షణతో ఇద్దరు వ్యక్తులు ఒకరివేపు ఒకరు కదిలేవేగం చాలా తక్కువగా ఉంటుంది. ఘర్షణ లేని పరిస్థితిలో రెండుమీటర్ల దూరంలో నిలబడిన ఇద్దరు వ్యక్తులు ఆకర్షణవల్ల మొదటి గంటలో 3 సెంటీమీటర్లు ఒకరి దిక్కొకరు కదులుతారు.

రెండవ గంటలో 9 సెం.మీలు; మూడవ గంటలో 15 సెం.మీలు కదులుతారు. వారు చేరువయిన కొద్దీ కదిలే వేగం కూడా పెరుగుతుందని మీరు గమనించి ఉంటారు.



చిత్రం 41. సూర్యుడి ఆకర్షణచేత భూమి (ఇ) యొక్క కక్ష వక్రమవుతుంది. ఇనర్షియా భూమిని ఇ ఆర్ అనే స్పర్శ రేఖ వెంట నడిపింప యత్నిస్తుంది.

ఏమయినా వారిద్దరూ పూర్తిగా ఒకరినొకరు చేరాలంటే మరో అయిదుగంటల వ్యవధి అవసరం.

ఘర్షణవల్ల ఎటువంటి అవరోధం లేని పరిస్థితుల్లోనయితే గురుత్వాకర్షణ ప్రభావం స్ఫుటంగా కనబడుతుంది. దారం నుండి వేలాడుతున్న బరువు మీద అది చూపే ప్రభావం వల్ల, అదెప్పుడూ కిందకే వేలాడుతుంది. అయినా పక్కనే చాలాపెద్ద వస్తువేదయినా ఉన్నట్లయితే, దాని ఆకర్షణ కూడా ఈ బరువు మీద పడుతుంది. అప్పుడు దారం సరిగ్గా క్రిందకు కాకుండా, రెండు బలాల సంయోజనం వల్ల ఏర్పడే ఫలితబలం దిశగా వాలు చూపుతుంది. ఈ విషయాన్ని 1775లో మాస్కెలైన్ అనే అతను స్కాట్‌లాండ్‌లోని ఒక కొండవద్ద గమనించాడు. అతను వడంబంలోని వాలులో వచ్చే మార్పులను, కొండకు రెండువైపుల ఆకాశంలో కనబడే ధృవ ప్రాంతంతో పోల్చిచూచాడు. ప్రత్యేకంగా తయారుచేసిన పరికరాలతో తర్వాత చేసిన పరిశోధనల్లో, గురుత్వాకర్షణ బలాన్ని శాస్త్రజ్ఞులు ఖచ్చితంగా లెక్కవేయగలిగారు.

చిన్న పదార్థాల మధ్యనగల ఆకర్షణ బలం చాలా తక్కువ. వస్తువుల ద్రవ్యరాశి పెరిగిన కొద్దీ, వాటికి అనుగుణంగా ఆకర్షణ బలం కూడా పెరుగుతుంది. అయితే చాలామంది దీన్ని గురించి అతిశయోక్తిగా చెపుతుంటారు. ఒక పరిశోధకుడు – అతను భౌతికశాస్త్రవేత్త కాదనుకోండి. అతనొక జంతుశాస్త్రజ్ఞుడు – నాతో ముచ్చటిస్తూ, సముద్రంలో రెండు పడవల మధ్యన ఉండే ఆకర్షణకు కారణం గురుత్వాకర్షణేనని నాకు నచ్చజెప్ప యత్నించాడు. సరిగ్గా ఆలోచించి చూస్తే ఆ విషయం నిజంకాదని తెలిసిపోతుంది. 25,000 టన్నుల బరువుండే రెండు ఓడల మధ్యన ఆకర్షణ శక్తి కేవలం 400 గ్రాములుంటుంది. అది కూడా అవి 100 మీటర్ల ఎడంలో ఉన్నప్పుడు మాత్రమే. అంత ఓడను కదిలించడానికి ఆపాటి బలం సరిపోదనేది సహజమయిన సంగతి. (ఆ ఓడలు ఎందుకు కదులుతాయనేది మరో చోట ముచ్చటించుకుందాం.)

చిన్న వస్తువుల విషయంలో ప్రభావం చూపలేని ఈ గురుత్వాకర్షణ అంతరిక్షంలోని నక్షత్రాలు వగైరాల మధ్యన మాత్రం బాగా కనబడుతుంది. సౌరకుటుంబం చివరి అంచునగల చిన్నిగ్రహం నెప్ట్యూన్ కూడా, భూమిని తనకేసి 18 మిలియన్ టన్నుల

బలంతో ఆకర్షిస్తుంది. సూర్యునికి, భూమికి మధ్యన ఎంతో దూరమయినాసరే సూర్యుని గురుత్వాకర్షణ వల్లనే భూమి గతి తప్పకుండా తన కక్ష్యలో తిరుగుతుంది. సూర్యుని గురుత్వాకర్షణ గనక సమసిపోతే, ఈ మన భూగ్రహం భ్రమణకక్షకు నేరుగా ఉండే మార్గంలో దూసుకుపోయి, అంతరిక్షపు అగాధాల్లో మాయమవుతుంది.

సూర్యునికి - భూమికి మధ్యన ఉక్కు లంకె

సూర్యుని యొక్క మహత్తరమయిన గురుత్వాకర్షణ శక్తి నిజంగానే మాయమయిందని ఒక క్షణం పాటు అనుకుందాం. అప్పుడు భూమి అంతరిక్షపు అందకారమయమయిన అగాథాల్లోకి పడిపోక తప్పదు. ఆ పరిస్థితిని తప్పించే ఉపాయాన్ని కొందరు ఇంజనీర్లు కలిసి తయారుచేశారని కూడా మనం అనుకుందాం. గురుత్వాకర్షణ అనే ఆ కనబడని మహత్తరశక్తికి బదులుగా భూమిని సూర్యుడికి ఒక ఉక్కు తీగ సాయంతో కట్టాలని వారు నిర్ణయించారనుకుందాం. అప్పుడు భూమి సూర్యుని చుట్టూ తిరుగుతూనే ఉంటుంది. ఉక్కు ప్రతి చదరపు మిల్లీమీటరుకు 100 కి.గ్రాల ఆకర్షణను తట్టుకోగలుగుతుంది. అందుకే ఈ లంకెకు ఉక్కు కన్నా గొప్ప లోహం లేదు. లంకెకోసం అయిదు మీటర్ల వ్యాసం గల ఉక్కు (తీగ) స్తంభం తయారు చేశారనుకుందాం. దాని అడ్డుకోత వైశాల్యం రెండు కోట్ల చదరపు మిల్లీ మీటర్లుంటుంది. అది 20 లక్షల టన్నుల బరువును ఆపగలుగుతుంది. ఇక ఇటువంటి తీగను ఇక్కడి నుండి సూర్యుడిదాకా ఏర్పాటు చేసి రెండు చివరలా గట్టిగా బిగించే ఏర్పాటు చేశారనుకుందాం. అప్పుడు భూమిని తన కక్ష్యలో నిలబెట్టాలంటే ఇటువంటి స్తంభాలు ఎన్ని కావలసి ఉంటుందో మీరు ఊహించగలరా? లక్షకోట్లు! ఇన్ని స్తంభాలను సూర్యుని వైపుగా ఉండే భూమి సముద్రాలు అంతటా పాతితే, రెండు స్తంభాలకు మధ్యమిగిలే స్థలం స్తంభం లావుకన్నా ఏమంత ఎక్కువ ఉండదు. ఇన్ని స్తంభాలను తెంచివేయగల బలం గురించి ఊహించగలిగితే, సూర్యుడు భూమి మీద ప్రదర్శించే గురుత్వాకర్షణ బలం ఎంత ఉంటుందో అర్థమవుతుంది.

ఈ మహత్తర బలం ప్రభావంవల్ల, భూమి తన భ్రమణ కక్షనుండి తప్పించుకు పోకుండా, ప్రతి సెకండుకు మూడు మిల్లీమీటర్ల చొప్పున సూర్యునికేసి లాగబడుతుంది. ఈ కారణంగానే భూమి తుది మొదలులేని వలయాకార మార్గంలో తిరుగుతుంది. భూమిని కేవలం 3 మి.మీటర్లు అంటే అచ్చులో ఈవరుసంత ఎత్తు జరపాలంటే ఎంతటి మహత్తరమయిన శక్తి అవసరమో తెలిసిందనుకుంటాను. సెకండుకొకసారి అంతశక్తి అవసరమవుతున్నదంటే, ఈ భూమియొక్క ద్రవ్యరాశి ఎంత ఎక్కువో కూడా ఊహించగలరనుకుంటాను!

గురుత్వాకర్షణ నుండి తప్పించుకోగలమా?

సూర్యుడు, భూమి ఒక దాన్నొకటి ఆకర్షించుకోక పోతే ఏమవుతుందో ఇంతదాకే అనుకున్నాం గదా! భూమి అంతరిక్షపు లోతుల్లోకి వెళ్ళి పోతుందనుకున్నాం. అటువంటి సందర్భంలో మనకు, మనచుట్టూ ఉన్న ఇతర వస్తువులకు ఎటువంటి

గతి పడుతుంది? మనలను భూమికి పట్టి ఉంచడానికి ఏ శక్తీ ఉండదు. చిన్నతోపు తోస్తే మనం ఎగిరి అంతరిక్షంలోకి పోతాం. నిజానికి ఆ తోపు కూడా అవసరం ఉండదు. అంతంతగా అంటిపెట్టుకుని ఉన్న అన్నింటినీ అంతరిక్షంలోకి విసిరేయడానికి, భూమియొక్క పరిభ్రమణం వల్ల ఏర్పడే ప్రభావం సరిపోతుంది!

ఈ విషయం ఆధారంగా చేసుకుని ఎచ్.జి.వెల్స్ ఒక నవలను "ద ఫస్ట్ మెన్ ఇన్ ద మూన్" అనే పేరుతో రచించాడు. అందులో చాలా సహజము, సాధ్యమూ అనిపించే గ్రహాంతర యాత్రను అతను వర్ణించాడు. దానితో తన పాత్రలను చంద్రుడి మీదకు పంపుతాడు. ఈ నవలలో కథానాయకుడు ఒక శాస్త్రవేత్త. అతడు గురుత్వాకర్షణ శక్తి చొరలేని ఒక మిశ్రలోహాన్ని తయారుచేస్తాడు. ఈ మిశ్రలోహంతో తయారుచేసిన పొరను ఏ వస్తువు కిందయినా ఉంచితే, ఆ వస్తువు మీద భూమ్యాకర్షణ శక్తి పడదు. అప్పుడది ఇతర వస్తువుల ఆకర్షణకు గురవుతుంది. దాన్ని కనుగొన్న పాత్రపేరు కేవర్. అందుకని ఆ పదార్థానికి "కేవరైట్" అని పేరు పెట్టాడు రచయిత.

భూమ్యాకర్షణ శక్తి అన్ని వస్తువుల గుండా ప్రసరించగలదనే సంగతి అందరికీ తెలుసు. కాంతిని, వేడిమిని, లేదా విద్యుత్తును అడ్డుకోవడానికి రకరకాల తెరలను, పొరలను వాడవచ్చు. లోహపు రేకుల సాయంతో రేడియో తరంగాలను అడ్డుకోవచ్చు. అయితే భూమి, సూర్యగోళం మొదలయిన వాటి గురుత్వాకర్షణనుండి ఏ వస్తువునూ మనం తప్పించలేము. ఎందుకలాగని అంటే జవాబు చెప్పడం కష్టం. ఇటువంటి వస్తువు ఎందుకని ఉండగూడదనుకున్నాడు వెల్స్‌గారి కథానాయకుడు కేవర్. అటువంటి పదార్థాన్ని తయారుచేయగలననే అనుకున్నాడు.

ఊహాశక్తి ఏ కొంచెం ఉన్నవారయిన ఇటువంటి పదార్థంతో సాధించగల ఫలితాలను గురించి అర్థం చేసుకోగలుగుతారు. ఒక బరువును ఎత్తాలనుకోండి. అదెంత పెద్దదయినా సరే, దాని కిందకు ఈ పదార్థంతో చేసిన పొరను పరిస్తేచాలు, పూచిక పుల్లతో ఆ బరువును లేవనెత్తవచ్చు.

ఈ మిశ్రలోహాన్ని వాడుకుని కేవర్, అతని మిత్రుడు ఒక అంతరిక్షనౌకను నిర్మిస్తారు. అందులో పయనించి వారు చంద్రుడి మీదకు చేరుకుంటారు. ఆనౌక చాలా సులువుగా తయారయింది. అందులో ఇంజను లేదు. అది అంతరిక్షంలోని నక్షత్రాలు వగైరాల ఆకర్షణ బలం సాయంతోనే ప్రయాణం చేస్తుంది. రచయిత ఆ నౌకను ఇలా వర్ణిస్తాడు.

"ఇద్దరు మనుషులు, వారి సరంజామా పట్టేంత గోళం ఒకటి ఉందనుకోండి. దాన్ని ఉక్కుతో తయారుచేస్తారు. లోపలి వైపు గాజు పొరను ఏర్పాటు చేస్తారు. అందులో అవసరం మేరకు ఘనీభవింపజేసిన గాలి, అనువుగా మార్చిన ఆహారం, నీళ్లు తయారుచేసుకునే పరికరాలు వగైరాలుంటాయి. ఇక బయట కేవరైట్ పొర ఉండనే ఉంటుంది. లోపలి గాజు పొరలో ఎటువంటి అతుకులు, రంధ్రాలు ఉండవు ఒక ద్వారం తప్ప. ఇక స్టీలు పొర మాత్రం విడివిడి రేకులతో చేయబడి ఉంటుంది.ఈ భాగాలను షట్టర్ తలుపు వలె పైకెత్తవచ్చు. అందుకవసరమయిన

విద్యుత్తును గాజుపొరలో అమర్చిన ప్లాటినమ్ తీగల ద్వారా సరఫరా చెయవచ్చు. ఇప్పుడు వివరాలనుకోండి. ఇక రోలర్ తలుపులుండే మందం తప్పించి, బయటి కేవరైట్ పొరలో, మీరు కిటికీలనండి, మరోటి అనండి, తెరుచుకునే వీలుండే భాగాలుంటాయి. వాటన్నింటినీ మూసేస్తే, లోపలికి వెలుగురాదు, వేడిమిరాదు. గురుత్వాకర్షణేమి, మరే ఇతర శక్తి గోళం లోపలికి ప్రసరించజాలదు. ఆ నౌక అంతరిక్షంలో సరళరేఖలాంటి మార్గాల్లో నేరుగా దూసుకుపోతుంటుంది. ఒక కిటికీ తెరిస్తే! కిటికీ నిజంగానే తెరిచామనుకోండి. అటువైపుగా ఏదయినా పెద్ద వస్తువు అంటే ఏగ్రహమో, నక్షత్రమో ఉంటే, అది వెంటనే నౌకను ఆకర్షిస్తుంది."

"అంటే అంతరిక్షంలో మనకు ఎటు ఇష్టం వస్తే అటు పయనించగలమన్నమాట!"

కేవర్, అతని మిత్రుడు చంద్రుడి మీదకు ఎలా చేరారు

అంతరిక్షనౌక ప్రయాణం మొదలు పెట్టిన తీరుగురించి వెల్స్ చాలా ఆసక్తికరంగా వర్ణిస్తాడు. నౌక పై పొరగా ఉన్న కేవరైట్ వల్ల అది పూర్తిగా భారరహితమవుతుంది. వాతావరణపు పై అంచులకు, అంటే గాలి పొరల చివరకు చేరడానికి అది సిద్ధంగా ఉంది. నీటి అడుగున వదిలిన బెండు ఎంత తేలికగా పైకి చేరుతుందో ఈ నౌక కూడా అంతే తేలికగా పైకి పోతుంది. భూమి పరిభ్రమణం యొక్క జడత్వం పుణ్యమా అని అది తన యాత్రను వాతావరణపు అంచులు దాటి అంతరిక్షంలోకి మరింత లోతుకు చేరుకుంటుంది. కేవర్, అతని మిత్రుడు, తాము అంతరిక్షంలోకి చేరామని తెలుసుకున్న తర్వాత షటర్స్ తెరిచి, సూర్యుడు, భూమి, చంద్రుడు మొదలయిన వాటి గురుత్వాకర్షణబలం నౌకమీద పని చేసేలా చేస్తూ, చివరకు చంద్రుడిని చేరుకుంటారు. తరువాత వారిలోంచి ఒకరు అదే నౌకలో తిరిగి భూమికి చేరుకుంటారు.

వెల్స్ చెప్పిన కథను ప్రశ్నించకుండా అంగీకరించి కేవర్‌తో బాటు మనం కూడా చంద్రుని మీదకు చేరుకుందాం.

చంద్ర గ్రహం మీద అరగంటసేపు

భూమికన్నా తక్కువ గురుత్వాకర్షణగల ఆ ప్రపంచంలో వారికి ఎటువంటి అనుభవాలు ఎదురయ్యాయి? వారు చెప్పిన కథనే వింటే తెలుస్తుంది గదా! అదుగో వారిప్పుడే చంద్రుడి మీద కాలు మోపారు.

నేను మరను తొలగిస్తూనే ఉన్నాను...మోకాటి మీద వంగి, నెమ్మదిగా కూచున్నాను. ద్వారం అంచుమీదుగా బయటకు చూచాను. క్రింద, సరిగ్గా ఒక గజం దూరంలో, చంద్రగ్రహపు మంచు కనబడుతున్నది. దీనిమీద ఇంతకు ముందెవరూ కాలూనలేదు–కేవర్ – నెమ్మదిగా చెయ్యి చాచి తన దుప్పటి అందుకున్నాడు. దాని మధ్యలో ఉండే రంధ్రంలో తన తలదూర్చాడు. దుప్పటిని చూట్టూ కప్పుకున్నాడు. అతను ద్వారం అంచుమీద కూచున్నాడు. కాళ్లు కిందకు జార్చి నేలకు అరడుగు దూరందాకా పోనిచ్చాడు. అతనొక క్షణం పాటు జంకాడు. అప్పుడిక ముందుకు

దూకాడు. అంతకు ముందెవరూ దిగని చంద్రభూమి మీద నిలుచున్నాడు.

"అతను ముందుకు అడుగేసే సరికి, అతని బింబం అద్దంలోంచి పరావర్తనం చెంది భయంకరంగా కనబడింది. అతనొక క్షణం అటుయిటు చూస్తూ నిలుచున్నాడు. ఒక్క సారి కూడగట్టుకుని ముందుకు దూకాడు".

"గాజు గోడలోంచి చూస్తే ఏదయినా విచిత్రంగానే కనబడుతుంది. అయినా సరే అతను వేసిన గెంతు మరీ వికృతంగా పెద్దదని నాకనిపించింది. ఒక్క సారి ఇరవై, ముప్పయి అడుగులు గెంతి ఉంటాడు. రాతి గుట్టలాంటి ఒక చోట నిలబడి నాకేసి సైగలు చేస్తున్నాడు. అతను గట్టిగా అరుస్తున్నాడేమో కూడా - అయితే ఆ శబ్దం మాత్రం నాకు వినిపించడం లేదు. ఇంతకూ అతను అంతదూరం ఎలా పోగలిగాడు."

"గజిబిజిగా ఉన్న మనస్సుతో నేను కూడ నెమ్మదిగా ద్వారం లోంచి బయటకు జారాను లేచి నిలబడ్డాను. నాముందు మంచు అదుముకు పోయి, ఒక గొయ్యిగా ఏర్పడింది. ఒక అడుగు ముందుగా వేసి గెంతాను."

"నేను గాలిలో ఎగిరి పోతున్నాను. కేవర్ నిలబడ్డ రాతిగుట్టకు చేరువవుతున్నాను. దాన్నెలాగో అందిపుచ్చుకుని ఒక క్షణం అయోమయస్థితిలో వేలాడాను. కేవర్ క్రిందకు వంగి జాగ్రత్త అని గట్టిగా అరిచాడు. చంద్రుడి మీద నా బరువు, భూమి మీద ఉండే దాంట్లో ఆరవ వంతు మాత్రమే ఉందనే సంగతి నేను మరిచిపోయాను. ఇప్పుడు అది అనుభవంలోకి వచ్చింది. గాబట్టి విషయం గుర్తుకు వచ్చింది"

"జాగ్రత్తగా ప్రయత్నించి, పైకెగిసి గుట్టమీదకు చేరుకున్నాను. కీళ్లనొప్పులుగల వాడిలాగ నెమ్మదిగా కదులుతూ, కేవర్ పక్కన లేచి నిలబడ్డాను. సూర్యుని వెలుగు మా మీద పడుతున్నది. మా నౌకగోళం ముప్ఫయి అడుగుల దూరంలో మంచులో ఉంది."

"చూడు!" అంటూ నేను తలతిప్పిచూచాను. ఆశ్చర్యం! కేవర్ మాయమయ్యాడు!

"ఒక్క క్షణం నిశ్చేష్టుడనయి నిలబడ్డాను. త్వరగా కదిలి గుట్ట అంచుకిందకు చూచాను. అతను మాయమయ్యాడన్న గాభరాలో మళ్లీ, మేమున్నది చంద్రుడి మీదననే సంగతి మరిచి పోయాను. నేను కదిలిన కదలిక భూమి మీదనయితే, ఒక గజందూరం ముందుకు పోయి ఉండే వాడినేమో! చంద్రుడి మీద గనక ఆరు గజాలు ముందుకు జారాను. అంటే అంచుదాటి మరో అయిదు గజాలన్నమాట! కలలో అప్పుడు అంతులేని అగాథంలోకి పడుతూనే ఉన్నప్పుడు లాంటి అనుభవం కలిగింది. భూమి మీదనయితే కిందకు దూకిన తొలిక్షణంలో మనిషి పదాహారడుగులు కిందపడతాడు. ఈ చంద్రగ్రహం మీద రెండడుగులు మాత్రమే. అది కూడా ఆరువంతులు తేలికయిన దేహంతో! నేను పడ్డాను. కాదు. నేను కింద్రకు దూకాను. బహుశః పదిగజాల దూరం పడి ఉంటాను. అందుకు చాలాకాలం బహుశః అయిదారు సెకండ్లు పట్టిందనుకుంటాను. గాలిలో తేలియాడి ఈకలాగ తేలికగా వచ్చి క్రిందనుండే మంచులో, నీలం - తెలుపు రాళ్ళ మధ్యన పడ్డాను."

"చుట్టూ చూచాను, "కేవర్!" అని కేక వేశాను. కానీ అతనెక్కడా కనబడలేదు."

"కేవర్!" [illegible]

అప్పుడతడిని చూసినాను. అతను [illegible] నా [illegible] ఆకర్షించాలనే ప్రయత్నంలో సైగలు చేస్తున్నాడు. అతను ఇదివరకే [illegible] గజాల దూరంలో రాతిమీద ఉన్నాడు. అతని మాటలు వినిపించడం లేదు. కానీ అతడు "దూకు!" అన్నట్లు సైగ చేశాడు. నేను జంకాను అంతదూరం దూకగలనా అన్న అనుమానం. అయినా నేను కేవర్ కన్నా ఎక్కువ దూరమే దూకగలనని అనిపించింది.

ఒక అడుగు వెనక్కు జరిగాను. కూడగట్టుకుని, బలమంతా ఉపయోగించి ముందుకు దూకాను ఇక మళ్లీ క్రిందకు వచ్చే ప్రసక్తి లేకుండా గాలిలో ఎగురుతున్నాననిపించింది."

ఆ, అనుభవం [illegible], భయంకరంగా [illegible] అంతా పీడ కలలాగ ఉంది. నేను వేసిన గెంతు మరీ భయంకరంగా ఉందనిపించింది. నేను కేవర్ తలమీదుగా ఎగురుతూ ఇంకా ముందుకు వెళ్ళిపోయాను

చంద్రుడిపై కాల్పులు

ప్రఖ్యాత రష్యన్ [illegible] K E త్సియల్కోవ్‌స్కీ రచించిన "ఆన్ ద మూన్" నవలలోని ఈ ఘట్టాన్ని చదివితే, [illegible] మీద గురుత్వాకర్షణకు [illegible] ప్రభావం గురించి అర్థమవుతుంది. భూమి మీది వాతావరణం, అన్ని పదార్థాల చలనానికి అంతరాయం కలిగిస్తూ ఉంటుంది. గనుక మనం క్రిందపడే వస్తువుల విషయంలోని మామూలు సూత్రాలను కూడా గమనించలేక పోతాం. వాటికి [illegible] లేనన్ని ఇతర లక్షణాలు వచ్చి చేరుకుంటాయి. చంద్రుడి మీద వాతావరణమనేది లేనే లేదు. అందుకే పడిపోతున్న వస్తువుల లక్షణాలను గమనించడానికి అదొక మంచి పరిశోధనశాలగా ఉపకరిస్తుంది. అయితే మనం అక్కడికి చేరి పరీక్షలు చేయగలగాలి మరి!

ఇక రంగం త్సియల్కోవ్‌స్కీ గారికి వదిలేద్దాం. ఇందులో సంభాషిస్తున్న ఇద్దరు మనుషులు చంద్రుని మీద ఉన్నారని, తుపాకీ నుండి బయలుదేరిన బులెట్ ఎలా పయనిస్తుందో వారు పరిశీలించ గోరుతున్నారని మాత్రం నేనే చెపుతున్నాను.

"ఇంతకూ తుపాకి మందు పనిచేస్తుందంటావా?"

"గాలిలో కన్నా ప్రేలుడు పదార్థాల ప్రభావం శూన్యంలో ఎక్కువగా ఉండాలి. ఇక్కడ దాని వ్యాప్తిని అడ్డుకునేందుకు గాలిలేదు గదా! ఇక ఆక్సిజన్ సంగతా, వాటికవసరమయిన మోతాదు వాటిలోనే ఉంది."

"తుపాకిని నిటారుగా పెట్టి పేలుద్దాం. తరువాత గుండును వెతుక్కోవడం సులభంగా ఉంటుంది."

ఒక మెరుపు మెరిసింది చిన్న చప్పుడు కూడా వచ్చింది. (ఇది గాలిలోనుంచి వచ్చిన ధ్వని కాదు. అక్కడ గాలి లేనేలేదు గదా. అయితే మనుషుల శరీరాల ద్వారా, భూమి ద్వారా ఇటువంటి . ప్రసరిస్తుంది.) భూమి స్వల్పంగా కంపించింది.

'గుడ్డముక్క ఏదీ? ఇక్కడే పడి ఉండాలే?''

గుడ్డ ముక్కకూడా బులెట్‌తో బాటు ఎగిరిపోయింది. బహుశః దానితోబాటే ఉంటుంది కూడా. భూమి మీదనయితే, వాతావరణం దాన్ని బులెట్‌తోబాటు ఎగరకుండా అడ్డుకుంటుంది. ఇక్కడ మరి ఈక కూడా బండరాయిలాగే ఎగురుతుంది. కిందపడుతుంది. నువ్వు తలగడలోనుండి ఒక ఈకను బయటకు తీయి. నేనొక ఇనుప గుండు తెచ్చాను. నేను ఈ గుండుతో దూరంగా ఉండే వస్తువును ఎంత సులభంగా కొట్టగలనో, నీవు ఈకతో కూడా అంతే సులభంగా కొట్టగలవు. ఈ గుండు మరీ చిన్నది. అయినా దీన్ని నేను 400 మీటర్ల దాకా విసిరేయగలుగుతాను. నువ్వు ఈకను కూడా అంతదూరమూ విసరగలుగుతావు! అయితే దానితో నీవు కూడా ఎవరినీ చంపలేవనేది మాత్రం నిజం. నీవు దాన్ని విసిరినపుడు నీకా విసురు తెలియను కూడా తెలియదు. ఇక పట్టు! మన అస్త్రాలను విసురుదాం. ఇందులో మన బలాలలో తేడా లేదనే అనుకుందాం. అక్కడ ఆ ఎర్రని రాయి కనిపిస్తోందే, దానికేసి విసురుదాం.

"సుడిగాలిలో చిక్కుకున్నట్లు ఎగురుతూ ఈక, ఇనుప గుండు కన్నా ముందుగా గమ్యానికి తాకింది."

"ఏం జరిగి ఉంటుంది? తుపాకి పేల్చి మూడు నిమిషాలయింది. గుండు ఇంకా కిందపడలేదేమిటి?"

"మరో రెండు నిమిషాలు ఓపిక పట్టు! అప్పుడా బులెట్ తిరిగి వస్తుందేమో?"

"నిజంగానే మరో రెండు మూడు నిముషాల తర్వాత మళ్లీ నేల కంపించింది. అప్పుడో గుడ్డముక్క చంద్రభూమి మీద పడుతూ కనిపించింది."

"బులెట్ నిజంగా చాలా సేపుదాకా ఎగిరిపోయిందే? అది ఎంత ఎత్తుదాకా వెళ్ళి ఉంటుందంటావు?"

"ఇక్కడ గురుత్వాకర్షణ లేదు. గాలి తాకిడి అసలేలేదు. అందుకే అది 70 కిలోమీటర్ల దాకా పైకి పోయివచ్చింది."

ఈ మాటను ఇక మనం ఒక సారి లెక్క సరిచూద్దాం రైఫిల్‌లోని బులెట్‌కు సెకెండుకు 500 మీటర్ల వేగం ఉందనుకుందాం. (నిజానికి ఈ కాలపు తుపాకుల్లో ఇంతకు ఒకటిన్నర రెట్లు ఎక్కువ వేగం వీలవుతున్నది) వాతావరణం లేదు గనుక బులెట్ పైకి పోయే ఎత్తు

$h = \frac{\vartheta^2}{2g} = \frac{500^2}{2 \times 10} = 12,500$ మీటర్లు.

అంటే పన్నెండున్నర కిలోమీటర్లు. అయితే చంద్రుని గురుత్వాకర్షణ శక్తి, భూమికున్న దానిలో ఆరవ వంతే గనుక ఈ సమీకరణంలో g విలువ ఆరవ వంతే ఉండాలి. అంటే బులెట్ $12.5 \times 6 = 75$ కిలోమీటర్లు పోయి ఉంటుంది.

అడుగు లేని బావి

భూగోళం లోపలి పొరల్లో ఏం జరుగుతుందనేది మనకు ఇప్పటికి కూడా

అంతగా తెలియదు. పైపొర వందకిలోమీటర్ల మందం ఉందని, ఆ కిందంతా కరిగిన పదార్థం, అంటే ద్రవంగా ఉందని కొందరంటారు. భూమి ఇటునుంచి అటుదాకా ఘన పదార్థంగానే ఉందని మరికొందరంటారు. ఇందులో ఏది నిజమో చెప్పడం కష్టం. ఇప్పటి వరకు తోడిన బావుల్లో అన్నిటికన్నా లోతయినది ఏడున్నర కిలోమీటర్లుంది. లోతయినగని, అంటే మనిషి భూమిలోకి వెళ్ళినలోతు 3.3 కి.మీ మాత్రమే. (ఇది దక్షిణాఫ్రికా ట్రాన్స్‌వాల్‌లోని బాక్స్ బర్గ్ బంగారుగని. దీనిముఖం సముద్రమట్టానికి 1,600 మీటర్లు ఎత్తులోఉంది. అంటే నిజంగా ఆ క్రిందనున్నలోతు 1,700 మీటర్లే– సం॥)

ఇక భూమి వ్యాసార్ధమేమో 6,400 కి.మీలు ఇదికూడా దాని వ్యాసం వెంట నిలువునా గుంట తోడినప్పుడే ఖచ్చితంగా చెప్పేవీలుంటుంది. అయితే ఇప్పుడు మనకు అందుబాటులోనున్న తవ్వుడు పరికరాలతో ఇది సాధ్యంకాదు. (ఇప్పటికి తోడిన బావులన్నింటిలోతూ కలిపితే, భూమి వ్యాసానికి ఎక్కువే అయ్యిందనుకోండి!)

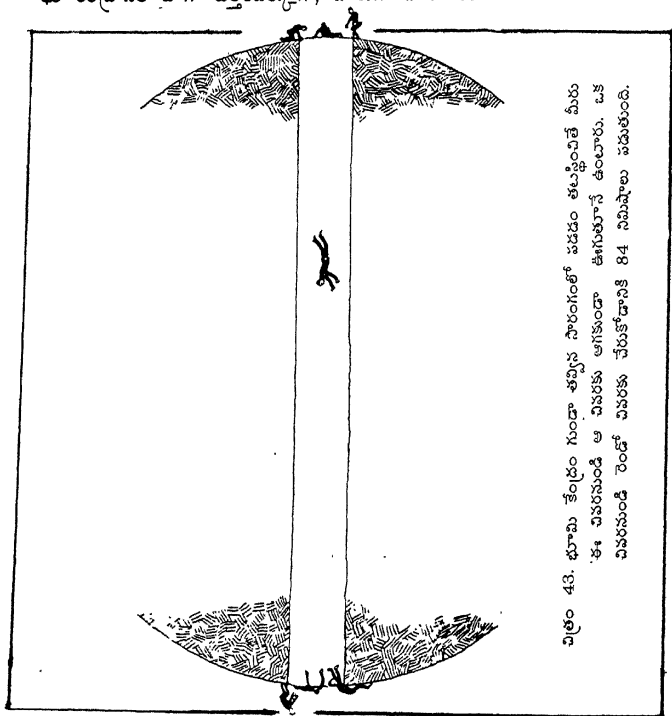
18వ శతాబ్దంలో గణిత శాస్త్రవేత్త మౌపెర్టియస్, తాత్వికుడు వోల్టెయిర్ ఇద్దరూ భూమిగుండా రెండువేపులను కలిపే సొరంగం గురించి కలలుగన్నారు. ఆ తర్వాత ఈ ప్రణాళికను కొంచెం తక్కువ మొత్తంమీద, ఫ్రెంచి ఖగోళ నిపుణుడు ఫ్లమేరియన్ ప్రతిపాదించాడు. చిత్రం 42లో అతను తన వ్యాసానికి ప్రాతిపదికగా అందించిన చిత్రాన్ని చూడవచ్చు.



చిత్రం 42. గ్లోబులో వ్యాసం వెంబడి రంధ్రం చెయ్యడం

అయితే ఇటువంటి సొరంగాన్ని ఇప్పటివరకు ఎవరూ తోడలేదు. మనంమాత్రం అలాంటిదొకటి తవ్వబడిందనే ఊహించుకుందాం. అపుడొక విచిత్ర సమస్యకు సమాధానం వెదుకుదాం. ఈ అడుగులేని బావిలోకి ఎవరయినా పడితే ఏమవు తుందంటారు? (గాలి అడ్డు తగలడం గురించి పట్టించుకోనవసరం లేదులెండి!) అడుగున వెళ్ళి దభిల్లుమని పడేప్రశ్నేలేదు. అసలు ఈ బావికి అడుగేలేదు. అయితే పడినవారు ఆగేదెక్కడ? భూగోళం యొక్క కేంద్రంలోనయితేకాదు. అక్కడికి చేరే సరికి వారు పడిపోతున్న వేగం చాలా ఎక్కువ, సెకండుకు 8 కి.మీ అవుతుంది. అంటే కేంద్రంమీదుగా దూసుకుని ఇంకా ముందుకు వెళ్ళిపోతారు. అప్పుడువేగం తగ్గనారంభిస్తుంది. అటు చివరకు చేరుకునే దాకా పోతుంది. అక్కడ బావి అంచును

ప్రాణంమీద తీపి కొద్దీ పట్టుకోవాలి. పట్టుదొరక లేదంటే మళ్లీ ఇవతలి చివరకు చేరేదాకా పడడం తప్పదు. ఈ సారి కూడా అంచుపట్టుకోకపోతే అలా నిరంతరం అటు యిటు పడుతూ ఉండడమే గతి! అది గాలి ఒరిపిడి లేదనుకున్న పక్షంలో, అది ఉందనుకుంటే, కదిలే వేగం రానురాను తగ్గి చివరకు పడినవారు కేంద్రం దగ్గర ఆగిపోతారు. ఒక చివరనుండి మరో చివరకు చేరి, తిరిగి వెనక్కు రావడానికి ఎంతకాలం పడుతుంది? జవాబు 84 నిమిషాల 24 సెకండ్లు. లేదా ఒకటిన్నర గంటలు."అలా జరిగేది, బావిని సరిగ్గా ధృవంనుండి మరోధృవానికి, అక్షంద్వారా తవ్వినపుడు మాత్రమే. బావిని, యూరపు, ఆసియా ఆఫ్రికాల్లో మరేచోటికి మార్చినా, మనం భూమియొక్క పరిమాణాన్ని కూడా లెక్కలోకి తీసుకోవలసి ఉంటుంది. భూమిలోని ప్రతి కేంద్రము భూమధ్యరేఖవద్ద సెకండుకు 465 మీటర్లు, మిగతాచోట్ల, కొంత తక్కువ వేగంతో తిరుగుతూ ఉంటుందని తెలుసు. పరిభ్రమించే ఇరుసుకు ఎంతదూరంగాపోతే, ఉపరితల చలనవేగం అంత ఎక్కువవుతుంది. అందుకని బావిలో వేలాడదీసిన వడంబం నిలువుగా గాక తూర్పుకేసి కొంచెం వంగి ఉంటుంది. అడుగులేని బావిని భూమధ్యరేఖ దగ్గరే తవ్వితే, దాన్ని చాలా వెడల్పుగానయినా చేయాలి. లేదంటే బాగా ఏటవాలుగానయినా చేయాలి. అందులో పడినదేదయినా భూకేంద్రానికి బాగా ఉత్తరదిక్కుగా, వాలుగా పడుతుంది.

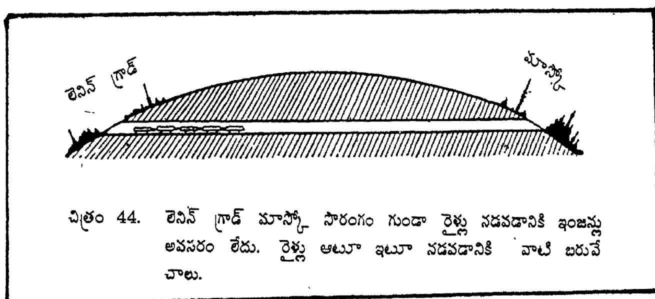


చిత్రం 43. భూమి కేంద్రం గుండా తవ్విన సొరంగంలో పడటం జరిగితే మీరు ఈ చివరనుంచి ఆ చివరకు ఆగకుండా ఊగుతూనే ఉంటారు. ఒక చివరనుంచి రెండో చివరకు చేరుకోవడానికి 84 నిమిషాలు పడుతుంది.

"బావి దక్షిణ అమెరికా పీఠభూమిలో ఉండి, దాని ముఖం సముద్రమట్టానికి రెండు కిలోమీటర్లు ఎత్తులో ఉందనుకుంటే, దాని మరోచివర ఏదో సముద్రంలో ఉందనుకుందాం. ఇటువంటి బావిలోకి పడినవారు, అవతల సముద్రంనుండి మరోరెండు కిలోమీటర్ల ఎత్తుదాకా దూసుకుపోతారు. ఇక, రెండు ముఖాలు సముద్రపు ఎత్తులోనే ఉంటే, ముఖం దగ్గరికి చేరిన మనిషిని చేయిజాచి పట్టుకోవచ్చు. అక్కడికి చేరేసరికి అతని వేగం పూర్తిగా తగ్గి, శూన్యమవుతుంది. పీఠభూమినుండి పడిపోయిన వ్యక్తి ముఖం చేరుతున్నాడంటే, ఆ దూసుకుపోయే పెద్దమనిషి నుండి తప్పించుకోవడమే మేలు!

వింతరైలు మార్గం

"సెయింట్ పీటర్స్ బర్గ్ – మాస్కోలను కలుపుతూ, సొరంగంలో నడిచే మోటారులేని రైలుమార్గం – అసంపూర్తి మూడధ్యాయాల విచిత్రం" అనే పేరుతో సెయింట్ పీటర్స్‌బర్గ్– (లెనిన్‌గ్రాడ్)లో ఒక పుస్తకం ప్రచురితమయింది. రచయిత ఎ.ఎ.రాడ్నిఖ్ 'భౌతికశాస్త్రంలో వింతలను చూడాలనుకునేవారికి ఆసక్తిపుట్టించే విచిత్రమయిన ప్రణాళికను ఇందులో ప్రతిపాదించాడు. అతను, ఈ రెండు నగరాలను కలుపుతూ నేలలో నేరుగా ఒక సొరంగం తవ్వాలని ఆలోచించాడు. మనం మామూలుగా చేస్తున్న వంపుదిరిగిన మార్గంలో ప్రయాణం కాకుండా, ఇందులో నయితే సరళరేఖమీద పయనించవచ్చునని అయనన్నాడు. (భూమి ఉపరితలం వంపు దిరిగి ఉంటుంది గాబట్టి, భూమిమీది మార్గాలన్నికూడా "చాపం" ఆకారంలో ఉంటాయని, కొత్తగా ప్రతిపాదించిన రైలుమార్గం అలాకాక నేరుగా ఉంటుందని చెప్పడం అతని ఉద్దేశ్యం. ఎప్పటికయినా ఈ ప్రణాళిక వాస్తవంగా మారితే అది సాటిలేనిదవుతుంది. ఇందులోని రైలు దానంతటదే కదులుతుంది. భూమిలో తోడిన అడుగులేని బావినిగుర్తుకు తెచ్చుకోండి. ఈ లెనిన్‌గ్రాడ్ – మాస్కో సొరంగంకూడా ఇంచుమించు అలాంటిదే. ఇది వ్యాసంవెంటగాక "జ్యా" వెంట ఉంటుంది. (జ్యా అంటే బాణానికి కట్టిన అల్లెతాడు. వంపుదిరిగి భూమి ఉపరితలం బాణం కర్ర అనుకుంటే, ఈ సొరంగం దాని రెండు చివరలను బిగించిన తాడులాగా ఉంటుంది.



చిత్రం 44. లెనిన్ గ్రాడ్ మాస్కో సొరంగం గుండా రైళ్లు నడవడానికి ఇంజన్లు అవసరం లేదు. రైళ్లు అటూ ఇటూ నడవడానికి వాటి బరువే చాలు.

అనువాదకుడు). చిత్రం 44లో చూస్తే ఇందులో రైలును గురుత్వాకర్షణవల్ల కదిలించే వీలేమీ కనిపించదు. అది అడ్డంగా ఉందిమరి! అయితే అది కేవలం కంటికి కనబడే భ్రమమాత్రమే. సొరంగం రెండు చివరలనుండి భూకేంద్రానికి, వ్యాసార్థాలను ఊహించండి. వాటికి సొరంగం లంబకోణంలో లేనేలేదని తెలిపోతుంది. అంటే సొరంగం క్షితిజ సమాంతరంగా లేదని వంపుదిరిగి ఉందని కదా అర్థం!

ఇటువంటి ఏటవాలు సొరంగంలోని వస్తువులన్నీ నేలనంటుకుని ఉండి లోలకంలాగా అటూయిటూ కదులుతూనే ఉండాలి. ఇందులోని ట్రెయిను కూడా దాని బరువుకది జారుతూ ఇంజను లేకుండానే అటుయిటు కదులుతుంది. మొదట్లో రైలు వేగం తక్కువగానే ఉంటుంది. క్షణాలు గడిచినకొద్దీ ఈవేగం చెప్పలేనంతగా పెరిగి, చివరకు గాలి దాని వేగానికి అవరోధమయ్యే దాకా పోతుంది. ఈగాలి నిరోధము చాలా ప్రణాళికలను పనిచేయకుండా చేసింది. దీన్ని కాసేపు పక్కనపెట్టి మన రైలు సంగతేమవుతుందో చూద్దాం. సొరంగం మధ్యలోకి చేరే సరికి దానివేగం ఫిరంగి గుండుకన్నా ఎక్కువయి ఇంచుమించు రెండవ వేపుకు దూసుకుపోతుంది. ఇంచుమించు ఘర్షణ ఒకటే కారణం. ఈఘర్షణే లేకుంటే మన ఈ రైలు ఇంజను అవసరం లేకుండా మాస్కోనుండి లెనిన్‌గ్రాడ్‌కు చేరుకునేదే! ఈ రైలు ఒక చివరనుండి మరో చివరకు చేరడానికి 42 నిమిషాల 12 సెకండ్లు పడుతుంది. భూమిగుండా కూడా ఇంతే సమయం పడుతుందనుకున్నాం. మీకు గుర్తుండి ఉంటుంది. అంటే ఈ సమయానికి సొరంగాల నిడివికి సంబంధంలేదన్నమాట. మాస్కోనుండి లెనిన్‌గ్రాడ్‌కు కాక వ్లాదివోస్టక్‌గానీ, చివరకు మెల్‌బోర్న్‌కుగానీ, సొరంగం ఎక్కడిదాకా తవ్వినా, ప్రయాణానికి పట్టేది మాత్రం ఈ 42 నిమిషాల 12సెకండ్లే. (అడుగులేని బావిలో మరో విచిత్రం ఉంది. అందులో పడినవారి ప్రయాణకాలం, గ్రహంయొక్క ఆకారం మాత్రం మీదగాక దాని సాంద్రతమీద ఆధారపడి ఉంటుంది.)

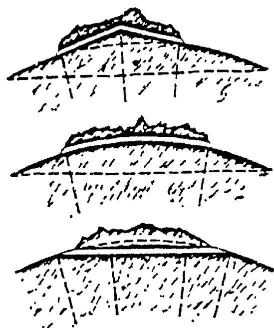
ఈ సొరంగంలో రైలుగాక మరో మోటరుకారు, బండీ, దేన్నిపెట్టినా ఇలాగే జరుగుతుంది. ఇది ఊహాప్రపంచపు దారి. అది కదలదు. దానిమీద ఉండే చక్రాలబండ్లను మాత్రం అసాధారణమయిన వేగంతో ఒక చివరనుండి మరో చివరకు నడిపిస్తూ ఉంటుంది.

సొరంగం తవ్వేదెలా?

చిత్రం 45లో సొరంగం తవ్వడానికి మూడురకాల మార్గాలు చూడవచ్చు. ఈ మూడింటిలోనూ ఏది క్షితిజ సమాంతరంగా ఉందో చెప్పగలరా? క్రిందిదికాదు. పైది అంతకంటే కాదు. మధ్యలో ఉండేది మాత్రమే అలాఉంది. అదేమో చాపం ఆకారంలో ఉంది. ఇదొక్కటే బిందువులలో భూకేంద్రంనుండి గీసిన అర్థవ్యాసరేఖలకు

లంబకోణంలో ఉంటుంది. అంటే భూమికి సమంగానే అర్థం. దీని వంపు భూమియొక్క వంపుకు సమంగా ఉందన్నమాట.

ఎక్కువ నిడవుగల సొరంగాలను చిత్రంలోని పై బొమ్మలో చూపినవిధంగా తవ్వుతారు. దాని రెండు భాగాలను పొడిగిస్తే, భూపరిధికి స్పర్శరేఖలో, అవి బయటకు పోతాయి. ఈసొరంగం ముందుగా పైకి ఎక్కి తర్వాత క్రిందకు వాలుతుంది. ఇందులో నీరునిలవదుగనుక చాలా సౌకర్యంగా ఉంటుంది. నీరు ఇందులోంచి బయటకు ప్రవహిస్తుంది.



చిత్రం 45. కొండలలో సొరంగాలు తవ్వడానికి మూడు పద్ధతులు

నిజంగా క్షితిజ సమాంతరంగా తోడిన సొరంగం వంపుదిరిగి, "చాపం" గా ఉంటుంది. ఇది అన్నిచోట్లా సమతాస్థితిగా ఉంటుంది గనుక ఇందులోంచి నీరు బయటకు ప్రవహించదు ఇటువంటి సొరంగం 15 కి.మీలకన్నా ఎక్కువ పొడుగుంటే దాంట్లో ఒక చివరన నిలుచున్న వ్యక్తి, రెండో చివరలో వారికి కనిపించడు. దీని మధ్యబిందువు చివరలకన్నా నాలుగు మీటర్లు ఎత్తుంటుంది. కాబట్టి చివరలలో వారికి పై కప్పు మాత్రమే కనబడుతుంది.

ఇక చివరకు రెండు బిందువుల మధ్యన సొరంగాన్ని సరళరేఖ వెంట తవ్వితే, అది క్రమంగా మధ్యలోకి వాలు చూపుతుంది. ఇటువంటి సొరంగంలో నీరు బయటికి పోవడానికి బదులు, లోతయిన ప్రాంతం గాబట్టి, మధ్యలో వచ్చి చేరుతుంది. అయితే చివరల్లో నిలబడ్డవారు మాత్రం ఒకరినొకరు చూడగలుగుతారు. (మరొక విషయం. క్షితిజ సమాంతరమనుకున్న రేఖలన్నీ వంపుదేలి ఉంటాయి. అవెప్పుడూ చక్కగా ఉండవు. అయితే నిలువుగీతలు మాత్రం చక్కగా మాత్రమే ఉంటాయి.)

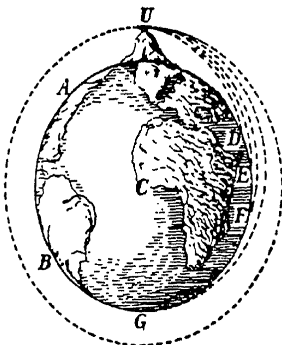
ఫిరంగి గుండులో ప్రయాణం

చలన సూత్రాలు, గురుత్వాకర్షణ శక్తి గురించిన మన చర్చ ముగించే ముందు, జూల్స్‌వెర్న్ తన రచనలు "ఫ్రం అర్త్ టు మూన్", "అరౌండ్ దమూన్"లలో అద్భుతంగా వర్ణించిన చంద్రమండల ఊహాయాత్రలను ఒకసారి పరిశీలిద్దాం. ఈ పుస్తకాలను మీరు చదివి ఉంటే, అందులో యుద్ధం తర్వాత బాల్టిమోర్ ఫిరంగి క్లబ్ సభ్యులు చేసిన సంకల్పం మీకు గుర్తుంటుంది. చేయడానికి పనేమీలేక వారొక పెద్దఫిరంగి తయారుచేసి, అందులోని గుండులో మనుషులను కూచోబెట్టి, ఫిరంగిని పేల్చడం ద్వారా వారిని చంద్రమండలానికి పంపే ప్రయత్నం చేస్తారు. ఇదెక్కడయినా సాధ్యమయ్యేపనా? భూవాతావరణాన్ని తప్పించుకుని, శాశ్వతంగా వెళ్ళిపోగల వేగాన్ని మనం వస్తువులకు అపాదించగలమా?

న్యూటన్ పర్వతం

గురుత్వాకర్షణ సిద్ధాంతాన్ని కనుగొన్న న్యూటన్, "పెన్సిపియా" అనే తన గ్రంథంలో, మనం దూరంగా విసిరిన రాయి నేరుగా గురుత్వాకర్షణ బలం వల్ల దారి మార్చుకుని క్రిందకు వంపు దిరిగిన మార్గంలో పయనించి కిందపడుతుందని పేర్కొన్నాడు. రాయిని ఎంత బలంగా విసిరితే అంతదూరం పోతుంది. అప్పుడు అదిపోయే చాపాకార మార్గం పది, వంద, వెయ్యి, ఎన్నిమైళ్లయినా ఉండవచ్చు. చివరకది తిరిగి భూమిమీద పడకుండా ఎగిరిపోవచ్చుకూడా! చిత్రం 46 లో AFBలు భూమి ఉపరితలం అనుకుందాం. C దాని కేంద్రం. ఎత్తయిన కొండమీదనుండి ఒక వస్తువును రకరకాల వేగాలతో విసిరితే అది UD, UE, UF, UG అనే మార్గాల వెంట పోతుంది. (గాలి నిరోదకత లేదనుకుందాం). రాయి విసిరిన ప్రారంభవేగం తక్కువగా వుంటే అది UD మార్గంలో పోతుంది. వేగం మరింతగా పెరిగితే మార్గాలు UF, UG ల వలె ఉంటాయి. వేగం తగినంతగా ఉంటే విసరబడిన వస్తువు భూమిని చుట్టుముట్టి, తిరిగి మొదట విసిరిన చోటికే చేరుకుంటుంది. అప్పుడు దానివేగం పారంభవేగంతో సమానంగా ఉంటుంది గనుక, ఆగే ప్రసక్తిలేకుండా అది తన కక్ష్యలో తిరుగుతూనే ఉంటుంది.

ఈ కొండమీద ఒక ఫిరంగి ఏర్పాటుచేసి, తగినంత వేగంతో దాన్ని పేల్చితే గుండు కింద పడకుండా నిరంతరంగా భూమిచుట్టూ ప్రదక్షిణలు చేస్తుంది. గుండు ప్రారంభవేగం 8కి.మీలు ఉంటే ఈ పరిస్థితి కలగజేయవచ్చునని సులభంగానే లెక్కవేయవచ్చు. ఈ వేగంతో విసిరిన వస్తువేదయినా, భూమధ్యరేఖమీద ఒక బిందువు, అక్షంచుట్టు తిరిగిన వేగానికి 17 రెట్లు ఎక్కువగా తిరుగుతుంది. అది భూమిచుట్టు ప్రదక్షిణం చేయడానికి 1 గంట 24 నిమిషాలు పడుతుంది. వేగం ఇంతకన్నా ఎక్కువయితే వస్తువు భూమి చుట్టు తిరగదు. అది సాగదీసిన వృత్తాకార



చిత్రం 46. ఎత్తైన కొండ శిఖరం మీద నుంచి రాళ్లను క్షితిజ సమాంతరంగా బలంగా విసిరితే అవి పడేపద్ధతి.

కక్ష్యలో తిరుగుతుంది. అంటే భూమినుంచి చాలాదూరంపోయి తిరిగి వస్తుంది. వేగం ఇంకా పెరిగి సెకండుకు 11కి.మీలు దాటితే, వస్తువు శాశ్వతంగా అంతరిక్షంలోకి వెళ్ళిపోతుంది. (వస్తువుల వేగాలను మనం శూన్యంలో ఊహిస్తున్నామని, గాలిలో కాదని గ్రహించాలి.)

జూల్స్‌వెర్న్ సూచించిన పద్ధతిలో ఎగిరి చంద్రుడిని చేరుకోవడం వీలవుతుందేమో ఇప్పుడు గమనిద్దాం. అధునాతన ఫిరంగులలో గుండు ప్రారంభవేగం సెకండుకు రెండుకిలోమీటర్లు ఉంటుంది. చంద్రుని చేరడానికి మనకవసరమయిన వేగంలో ఇది అయిదవవంతుమాత్రమే. బాల్టిమోర్ ఫిరంగి క్లబ్‌వారు మాత్రం పెద్ద ఫిరంగినొకదాన్ని తయారుచేసి, అందులో బోలెడంత మందు దట్టించి, చంద్రుని చేరడానికి అవసరమయిన ప్రారంభవేగం సాధించగలమని భావించారు.

ఊహాప్రపంచపు ఫిరంగి

అదే విధంగా వారు పావుకిలోమీటరు పొడుగుండే ఫిరంగిని తయారుచేశారు. దాన్ని నేలలో నిలువుగా పాతారు. అందులోకి 8 టన్నుల బరువుండి లోపల ప్రయాణికులకు గదులుండే గుండును తయారుచేశారు. దాన్ని పేల్చడానికి 160 టన్నుల నైట్రోకాటన్ దట్టించారు. ఈ ఫిరంగిని పేల్చినపుడు గుండు ప్రారంభవేగం సెకండుకు 16 కి.మీ వచ్చింది. గాలి ఒరిపిడి వలన అది 11కి.మీకి తగ్గింది. ఈవేగం వాతావరణాన్ని దాటి చంద్రునివేపు దూసుకుపోవడానికి సరిపోతుంది. కనీసం అలాగని జూల్స్‌వెర్న్ అనుకున్నాడు.

ఇంతకూ భౌతికశాస్త్రం ఏమంటుందో ఇప్పుడు చూద్దాం.

జూల్స్‌వెర్న్ ప్రణాళికలో లోపాలున్నాయి. కానీ మీరనుకుంటున్నచోట మాత్రం కాదు. తుపాకిమందువల్ల ఎటువంటి గుండుకయినా సెకండుకు 3 కి.మీలకు మించిన వేగం రావడం వీలుకాదని సులభంగా రుజువుచేయవచ్చు.

వెర్న్ గాలిని మరిచిపోయాడు. అంతటి వేగాలు ఉండేచోట గాలిరాపిడికూడా చాలా ఎక్కువగా ఉంటుంది. అది గుండుయొక్క మార్గాన్ని పూర్తిగా మార్చగలదు. వీటన్నిటినీ మించిన అవరోధాలుకూడా, ఫిరంగి గుండుయాత్రకు అడ్డురాగలవి ఉన్నాయి. గుండులోని ప్రయాణికులకు ఎదురయ్యే పరిస్థితి వీటిలో మొట్టమొదటిది. ప్రయాణంలో నిజానికి అపాయమేదీలేదు. గుండును పేల్చిన క్షణాన్ని తట్టుకోగలిగితే, ఆ తర్వాత ప్రయాణం గురించి పట్టించుకోనవసరం లేదు. మన గ్రహాలు మహావేగంతో సూర్యుని చుట్టు తిరుగుతున్నప్పటికీ మనకు ఎటువంటి హాని కలగడంలేదు. అదే విధంగా గుండు పయనించే అపారమయినవేగం హానికి చోటులేకుండా పయనించేలా చేస్తుంది.

బరువయిన టోపీ

అన్నింటికంటే అపాయకరమయిన సమయం, గుండు తుపాకి గొట్టంలో వేగం అందుకునే కాలం. అది సెకండులో కొన్నివందల వంతు మాత్రమే. ఈ బహుకొద్ది కాలంలోనే వేగం సున్నానుండి సెకండుకు 16కి.మీ దాకా పెరుగుతుంది. అందుకే వెర్న్ సృష్టించిన క్లబ్ సభ్యులు ఆ క్షణం కోసం అంత ఆతురతతో వేచి చూచారు. ఈ తొలి క్షణంలో, గుండులోని ప్రయాణికులకు, ఫిరంగి ఎదురుగా నిలబడితే ఎంతప్రమాదమో, అంతే ప్రమాదం అని బార్బికేన్ అన్న పాత్ర అంటుంది. ఫిరంగిని పేల్చినపుడు, గుండు, దారిలో వచ్చిన వస్తువును ఎంత వేగంగా గుద్దుకుంటుందో, అంతే వేగంతో గుండులోపలి గదిలోని నేల, ఆ గదిలోని మనుషులను గుద్దుకుంటుంది. ఏదో కాస్త రక్తం, తలలోకి చిమ్మి అపాయం గడుస్తుందనుకున్నారేమో, జూల్స్‌వెర్న్ పాత్రలు, ఈ విషయం గురించి వేళాకోళంగా మాట్లాడుకున్నారు.

నిజానికి ఆ సమయం అనుకున్నదానికన్నా ఎంతో దారుణమయినది. పేలిన తుపాకి మందులోని వాయువులు కలగజేసే తోపుడుతో గుండువేగం పెరుగుతుంది. క్షణంలో వందల వంతు కాలంలో ఈవేగం పెరుగుతుంది. ఈవేగం ఒక క్రమంలోనే పెరుగుతుందని మనమనుకుందాం! వేగాన్ని సెకండుకు 16 కి.మీ. దాకా పెంచాలంటే అవసరమయ్యే త్వరణం సెకండుకు 600 కి.మీ.లుండాలి.

ఉపరితలం మీద గురుత్వాకర్షణ త్వరణం సెకండుకు 10 మీటర్లు మాత్రమేనని మీకు చెపితే ఈ వేగం ఎంతటి ప్రాణాంతకమయిందో అర్థమవుతుందనుకుంటాను. (రేసుకారుకు స్టార్టింగు పాయింటులో వేగవృద్ధి కేవలం సెకండుకు రెండు మూడు మీటర్లు, అలాగే సులభంగా నడిచే రైయినుకు ఒక మీటరు ఉంటుంది.) దీనికంతా అర్థమేమిటంటే గుండును పేల్చిన ఆ కొద్దికాలంలో, కేబిన్‌లోని ప్రతి వస్తువు తన నిజమయిన బరువుకన్నా 60,000 రెట్లు ఎక్కువ బరువుతో ఒత్తిడి కలగజేస్తుంది.

అంటే ప్రయాణికులు అన్నిరెట్లు బరువెక్కుతారన్నమాట. దానితో వారు పచ్చడయి పోవడం ఖాయం. బార్బికేన్ గారి టోపీ ఒకటి 15 టన్నుల బరువవుతుంది. అతగాడిని అప్పచ్చిచేంద నలగగొట్టడానికి అదొకటే చాలు. ఈ అవాంతరాన్ని తట్టుకోవడానికి చేసిన ఏర్పాట్లెన్నింటినో జూల్స్‌వెర్న్ వర్ణించిన మాట వాస్తవమే. గుండుకు స్ప్రింగులమర్చడం గురించి, దాని గోడలు రెండు పొరలుగా ఏర్పాటుచేసి, మధ్యలో నీరు నింపడం గురించి వర్ణించబడింది. దీనితో కుదుపుకాలం తగ్గి అపాయం కొంత తగ్గుతుంది. అయితే ఇందులోగల వేగాలను దృష్టిలో ఉంచుకుంటే, ఈ ఏర్పాట్లవల్ల కలిగే లాభం ఏదీలేదని తెలుస్తుంది. ఏర్పడిన బలంలోంచి ఏదో చిన్న లేశం మాత్రమే తగ్గుతుంది. అతగాని టోపీ 15 టన్నులున్నా, తగ్గి 14 టన్నులే ఉన్నా "పచ్చడి" గావడానికి పెద్ద తేడా ఏమీ రాదుగద!

ప్రభావం తగ్గించేదెట్లా?

ప్రాణాంతకమయిన ఈ వేగవృద్ధి ప్రభావాన్ని తప్పించే పద్ధతిని మెకానిక్స్ రంగం సూచిస్తుంది. ఫిరంగి గొట్టాన్ని చాలా పొడుగ్గా తయారుచేయాలి. లోపల ఏర్పడే కృత్రిమ గురుత్వాకర్షణ, బయట ఉండే భూమియొక్క ఆకర్షణశక్తికి సమమయేదాకా దాని పొడుగు పెంచాలి. ఇందుకోసం ఫిరంగిని కనీసం 6,000 కి.మీ పొడుగుతో తయారు చేయాలని లెక్కతేలింది. దీన్ని భూమిలో పాతితే, కేంద్రకందాకా పోతుంది. అలా చేసినపుడే గుండులోని ప్రయాణికులు, అనవసరమయిన అనుభవాలకు లోనుగాకుండా యాత్ర మొదలెడతారు. వారికి తమ బరువు కేవలం రెండురెట్లు అయిన అనుభవం మాత్రం కలుగుతుంది.

తక్కువకాలం పాటయితే మనిషి శరీరం బరువు కొన్నిరెట్ల బరువు పెరిగినా తట్టుకోగలుగుతుంది. అందువల్ల అపాయమేదీ ఉండదు. రోలర్స్‌మీద జారుతూ ఉన్నట్లుండి పక్కకు తిరిగితే, బరువు ఇలాగే పెరుగుతుంది. మన శరీరం కలగజేసే ఒత్తిడి క్షణంపాటు ఎక్కువవుతుంది. ఆ తక్కువకాలంపాటు మన బరువు పదింతలయినా తట్టుకోగలమనుకుంటే, ఫిరంగి పొడుగు 600 కి.మీలుంటే చాలు. అయినా లాభంలేదు. అంతపొడుగు ఫిరంగిని పోత పోయడం సాంకేతికంగా ఏ మాత్రం సాధ్యంకానిపని! జూల్స్‌వెర్న్ వర్ణించిన ప్రయాణం సాధ్యం కావాలంటే ఇన్ని అడ్డంకులున్నాయన్నమాట!

లెక్కలంటే ఇష్టపడేవారికి!

ఇప్పటివరకు ప్రసంగానికి వచ్చిన అంకెలను లెక్కవేసిచూస్తే బాగుంటుందని పాఠకుల్లో కొందరయినా అనుకుంటారేమో! ఇదిగో వాటిని ఇక్కడ చూడబోతున్నాం ఇవయినా ఉజ్జాయింపు లెక్కలే. ఫిరంగిలో గుండుయొక్క వేగవృద్ధి ఒక క్రమంలో ఉంటుందనుకుని చేసిన లెక్కలివి. నిజానికి త్వరణం ఒకక్రమంలో ఉండనే ఉండదు.

క్రమంగా జరిగే త్వరణానికి ఈ క్రింది రెండు సమీకరణాలు అవసరం. సెకండు తర్వాత ఉండే వేగం v, at కి సమానం. ఇక్కడ a అంటే త్వరణం. మరోలా చెప్పాలంటే v = at.

. t సెకండ్లలో పయనించిన మార్గం తెలియాలంటే $S = \frac{at^2}{2}$

జూల్స్‌వెర్న్ సృష్టించిన ఫిరంగిలోని గుండుయొక్క వేగవృద్ధిని ఇప్పుడు లెక్కవేసి చూద్దాం. నవలలో ఫిరంగి పొడుగు 210 మీటర్లని చెప్పారు. అదే S చివరగా వచ్చిన వేగం కూడా మనకు తెలుసు. $V = 16000$మీ సెకండ్. ఇక ఇప్పుడు t=కాలాన్ని లెక్కవేయవచ్చు. ఈ కాలం అంటే గుండు ఫిరంగిలోంచి దూసుకువచ్చిన సెకండ్లన్నమాట. (వేగవృద్ధి క్రమంగా జరిగిందని మరోసారి అనుకుందాం)

$V = at = 16,000 \quad 210 = S = \frac{at.t}{2} = \frac{16,000t}{2} = 8,000t.$

ఇక $t = \frac{210}{8,000} \approx \frac{1}{40}$ సెకండు.

ఫిరంగి గొట్టంలోంచి గుండు బయటకు రావడానికి కేవలం సెకండులో నలభయ్యవవంతు కాలం మాత్రమే పట్టింది. ఇక v=at అనే సూత్రంలో t విలువను చేర్చితే

$16,000 = \frac{1}{40a}$ వస్తుంది. $a = 64,000 m/sec^2$ వస్తుంది.

గొట్టంలో గుండు వేగవృద్ధి చెందినక్రమం సెకండు^{2}కు 640,000 మీటర్లు. అంటే భూమ్యాకర్షణకన్నా 64,000 రెట్లు. ఇది కేవలం పదిరెట్లు మాత్రమే ఉంటే కుదుపు యొక్క ప్రభావం కనబడదు. అంటే ఫిరంగి గొట్టం ఎంత పొడుగుండాలి? ఇందాక వేసిన లెక్కను తలక్రిందులుగా చేస్తూపోవాలి. $a = 100 m/sec^2$ అని తెలుసు. V=11,000మీ/సెకండ్ అనికూడా తెలుసు.

v=at సమీకరణంనుండి చూస్తే 11,000=100t అంటే t=110 సెకండ్లు. మరో సమీకరణం

$S = \frac{at^2}{2} = \frac{at.t}{2}$ ప్రకారం ఫిరంగి గొట్టం పొడుగు $\frac{11,000 \times 110}{2} = 605,000$ మీటర్లు లేదా 605 కి.మీలుండాలన్నమాట. ఈ రకంగా లెక్కలువేస్తూపోతే జూల్స్‌వెర్న్ కలలు కల్లలవుతాయి గదూ!*

* ఈ అధ్యాయంలో రాసిన విషయాలన్నీ సరయినవే. అంతరిక్షయానం గురించిన వాస్తవాలను మీరు మరెక్కడయినా తప్పక చదివే ఉంటారు.

ద్రవాలు, వాయువుల లక్షణాలు

మనిషి మునగని సముద్రం

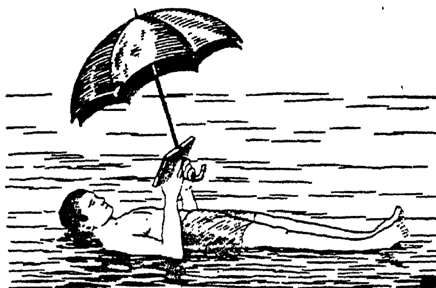
ప్రాచీన చరిత్రగల ఒక దేశంలో ఇటువంటి సముద్రం ఒకటి ఉంది. అదే పాలస్తీనాలోని మృతసముద్రం. అందులోని నీరు ఏ ప్రాణి జీవించవీలులేనంత ఉప్పు. అక్కడ వర్షాలుండవు. విపరీతమయిన ఎండలవల్ల సముద్రాల నీరు ఇగిరిపోతూ ఉంటుంది. ఇగిరిపోయేది కేవలం నీరు మాత్రమేనని గమనించాలి. సముద్రపు నీటిలోని ఉప్పుమాత్రం అలాగే మిగిలిపోయి రాను రాను ఎక్కువవుతుంది. అందుకే మృతసముద్రపు నీటిలో సామాన్యంగా ఉండే మూడుశాతంగాక, 27 లేదా ఇంకా ఎక్కువ శాతం ఉప్పు ఉంటుంది. నీటిలో లోతుకుపోయిన కొద్దీ ఉప్పుశాతం ఎక్కువవుతుంది.

అలాగ మృతసముద్రంలో పావుభాగం నీటిలో కరిగి ఉన్న లవణాలే ఉన్నాయి. ఆ సముద్రంలో మొత్తం నాలుగు కోట్ల టన్నుల లవణాలున్నట్లు అంచనా!

ఇంతగా ఉప్పు కరిగి ఉన్నందుకు మృతసముద్రపు నీటికి ఒక విచిత్రమయిన లక్షణం ఉంది. మామూలు సముద్రపునీటికన్నా ఇందులోని నీటి బరువు ఎక్కువ. మనిషి శరీరం అంతకంటే తేలికగనుక, ఆ నీటిలో ఎవరూ మునగలేరు.

మన శరీరం బరువు, అంతే పరిమాణంగల ఉప్పునీటి బరువుకన్నా తక్కువగా ఉంటుంది. అందుకే ప్లవనసూత్రం ప్రకారం మనం మృతసముద్రంలో మునిగిపోయే అవకాశంలేదు. మామూలుగా మంచినీటిలోనయితే మునిగిపోయే గుడ్డు ఉప్పునీటిలో చప్పున తేలి పైన తేలియాడినట్లే మనంకూడా ఈ సముద్రంలో తేలియాడతాము.

ప్రఖ్యాత అమెరికన్ హాస్యరచయిత మార్క్ ట్వెయిన్ ఈ సముద్రాన్ని సందర్శించి,



చిత్రం 47. డెడ్ సీలో ఈదటం (ఫోటో ఆధారంగా)

తన మిత్రులతో సహా అందులో స్నానాలాడినపుడు కలిగిన అసాధారణ అనుభవాలను ఒక పుస్తకంలో తమాషాగా వివరిస్తాడు.

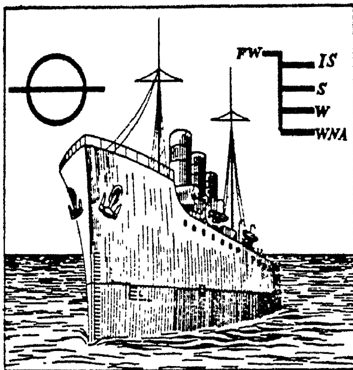
"అదొక విచిత్రమయిన స్నానం. మేము నీటిలో మునగలేకపోయాము. నీటిమీద వెల్లికిలా పరుండి, చేతులు ఎదమీద పెట్టుకుంటే, శరీరం సగంమాత్రమే మునుగుతోంది. కాళ్లు, మడమలు కూడా సగం నీటిపైనే ఉంటాయి. కావాలంటే తలను నీటిపైకి ఎత్తి ఉంచవచ్చు. తలపైకెత్తి, మోకాళ్లు ముడుచుకుని కూడా సులభంగా పడుకోవచ్చు. కాళ్లు ముడుచుకుని, చేతులు మోకాళ్ళచుట్టూ పట్టుకుని కూచోవచ్చుకూడా! అప్పుడు పైనుండే బరువు ఎక్కువవుతుంది గనక తప్పక పక్కకు పడిపోతాము. నీటిలో నిటారుగా నిలబడవచ్చు. తలమాత్రం నీటిమీద ఉంటుంది. నిజానికి ఎదకూడా సగమే మునుగుతుంది. అయితే అలా చాలాసేపు ఉండడం వీలుకాదు. నీరు కాళ్లను పైకి నెడుతుంది. వెల్లకిలా పడుకుని ఈదడం చాలా కష్టం. కాళ్లెంతసేపూ నీటిమీదనే ఉంటాయి. కేవలం మడమలతో మాత్రమే నీటిని తోస్తుండాలి. బోర్లాపడుకుని ఈదితే చక్రాల పడవ లాగ నీటిని తపతప కొట్టడమే, ముందుకు కదలడం మాత్రం జరగదు. ఒక గుర్రం అయితే ఈ నీటిలో నిలబడడం, ఈదడం అసలు వీలుకాదు. దాని శరీరం పై భాగంలోనే ఎక్కువ బరువు గనక, అది అమాంతం అడ్డంపడి పోతుంది."

చిత్రం 47 లో మృతసముద్రపు నీటిమీద సరదాగా తేలియాడుతూ కాలంగడిపే మార్గం ఒకటి చూడవచ్చు. నీటి సాంద్రత బాగా ఎక్కువగా ఉండడం వల్ల చిత్రంలోని మనిషి, తేలియాడుతూ ఎండకు గొడుగు పట్టుకుని ఆ నీడలో పుస్తకం చదువుకోగలుగుతున్నాడు. కాస్పియన్ సముద్రంలోని సింధుశాఖ కరాబొగాజ్‌గోల్, ఎల్టన్ సరస్సులలో నీరుకూడా 27% లవణాలు కలిగి ఉండి, ఇలాంటి లక్షణాలనే కనబరుస్తాయి. కరాబొగాజ్‌గోల్ నీటి సాంద్రత 1.18 . "ఈనీటిలో సునాయసంగా, మునుగుతామనే భయం లేకుండా ఈదవచ్చు. అర్కిమిడీస్ సిద్ధాంతాన్ని తప్పు చేయాలని ఎంత ప్రయత్నించినా కుదరదు" అని ఈ నీటిని గురించి సాహసయాత్రికుడు పెల్ష్ రాశాడు.

వైద్యంలో భాగంగా ఉప్పునీటి స్నానాలు చేసేవారు, ఇటువంటి అనుభవాలనే పొందుతుంటారు. స్తరయారుసా ఆరోగ్యకేంద్రంలోవలె నీరు బాగా ఉప్పగా ఉంటే, వారు, ఆ నీటిలో మునిగి ఉండడానికి చాలా ప్రయత్నం చేయాలి. అక్కడికి వైద్యానికి వచ్చిన ఒక స్త్రీ, "నీరు తనను బయటకు నెట్టేస్తున్నదని మహా విసుగ్గా, ఫిర్యాదు చేయడం నేనెరుగుదును. అందుకు నిర్వాహకులే బాధ్యులని ఆమె అనుకుంది లాగుంది!

వివిధ సముద్రాల నీటిలో ఉప్పుశాతం వేరువేరుగా ఉంటుంది. అందుకే ఓడలు అన్నిచోట్లా ఒకేలోతుకుమునగవు. ఓడల ముందుభాగంలో నీటిలోమునిగే ఎత్తులో "లాయిడ్ మార్క్" అనే గుర్తులను మీరు చూచిఉంటారు. వివిధ సాంద్రతలు గల నీటిలో ఎంతవరకు నీటిలో మునిగేదీ ఈ గుర్తులు సూచిస్తాయి.

చిత్రం 48 లో కనిపించే ఈ గుర్తులు FW అంటే (Fresh Water) IS



చిత్రం 48. నౌక నీటి మట్టం మీద బరువుల గుర్తులు. ఎగువ, కుడి గుర్తులు పెద్దవిగా చూపబడ్డాయి అక్షరాల వివరణ మూలంలో ఉంది.

అంటే ఇండియన్ ఓషన్ ఇన్ సమ్మర్=వేసవిలో హిందూమహాసముద్రంలో; S = సాల్ట్‌వాటర్ ఎండాకాలం ఉప్పునీటిలో; W = వింటర్, చలికాలంలో; WNA= దక్షిణ అట్లాంటిక్‌లో చలికాలంలో, ఓడనీటిలో మునిగే తీరును సూచిస్తాయి. అంటే ఆయా ప్రాంతాల్లో ఆ గుర్తుకు కిందగల భాగం నీటిలో మునుగుతుందని అర్థం. 1909 నుండి ఈ గుర్తులను రష్యాలో కూడా వాడుతున్నారు.

ఇక చివరగా, ఏ ఇతర పదార్థం కలపనవసరంలేకుండా, శుభ్రంగా ఉన్నప్పుడు కూడా మామూలు నీటికన్నా ఎక్కువ బరువుండే రకం నీటి గురించి చెప్పాలి. అదే భారజలం. దాని సాంద్రత 1.1, అంటే మామూలు నీటికన్నా 10 శాతం ఎక్కువ. ఈ నీటితో నిండిన మడుగులో ఈదడానికి వెళ్ళితే, ఈత రానివారుకూడా మునగరు. ఈ భారజలాన్ని రసాయన పరిభాషలో D_2O అంటారు. ఇందులోని హైడ్రోజన్ అణువుల బరువు మామూలుకన్నా రెండింతలుంటుంది. దాన్ని డైటీరియం అంటారు. అందుకే D అనే గుర్తు. మామూలు నీటిలో కూడా స్వల్పంగా, అంటే ఒక బకెట్‌లో ఎనిమిది గ్రాముల వరకు, భారజలం ఉంటుంది.

D_2O అనే ఈ భారజలంలో మొత్తం 17 రకాలున్నాయి. కేవలం 0.05% మామూలు నీరు ఉండేంత శుభ్రంగా ఈ భారజలాన్ని తయారుచేస్తున్నారు. అణు సాంకేతికశాస్త్రంలో, ముఖ్యంగా అణువిద్యుత్కేంద్రాలలో, భారజలాన్ని వాడుతున్నారు.

ఈ నీటిని మామూలు నీటినుండే తయారుచేస్తారు.

మంచును విరిచే ఓడలెలా పనిచేస్తాయి ?

బాత్‌టబ్‌లో స్నానం చేసేటప్పుడు ఒకప్రయోగంచేసి చూడండి. స్నానం అయింతర్వాత వెంటనే లేచిపోకుండా, టబ్‌లోనే పడుకుని నీటిని మాత్రం వదిలేయండి. నీళ్లు తగ్గి శరీరం కొంచెం కొంచెంగా తేలుతున్న కొద్దీ, బరువు పెరుగుతున్నట్లు అనిపిస్తుంది. నీటిలో మునిగినపుడు ఒళ్లంతా తేలికనిపిస్తుంది. అప్పుడు పోయిన బరువు తిరిగి వస్తున్న భావం టబ్‌లో నీరు పోయేటప్పుడు కలుగుతుంది. తిమింగలాలు, ప్రమాదవశాత్తు, తక్కువలోతుగల నీటిలోకి వచ్చినపుడు, ఇటువంటి పరిస్థితికే గురయి చనిపోతాయి కూడా. దాని శరీరం యొక్క అపారమయిన బరువే దాని చావుకు కారణమవుతుంది. తిమింగలాలు నీటిలో తప్ప జీవించలేకపోవడంలో ఆశ్చర్యమేమీలేదు. నీటిలో బరువు కోల్పోయే లక్షణం, శరీరం బరువుమీద గురుత్వాకర్షణ కలిగించే ప్రభావాన్ని తగ్గిస్తుంది.

మంచును విరిచే ఓడలకు ఈ విషయాలకు సంబంధమేమిటని మీరు ఆశ్చర్యపడుతున్నారేమో? ఆ ఓడ చేసే పనికూడా ఈ సూత్రంమీదే ఆధారపడి ఉంది. నీటిలో మునగక తేలి ఉండే ఓడ భాగం, నీటి ప్లవనశక్తి లేకపోవడంతో బరువుగా ఉంటుంది. కేవలం ఒత్తిడి కలిగించడం ద్వారానే ఈ పడవలు మంచును పగలగొడుతాయని అనుకోకూడదు. మంచు చాలా పలచగా ఉన్నప్పుడు, మామూలు ఓడ అలా పగలగొట్టగలుగుతాయి.

క్రేసిన్, యెర్మోక్, అణుశక్తితో నడిచే లెనిన్ లాంటి అయిస్ బ్రేకర్‌లు ఇంకోరకంగా పనిచేస్తాయి. ఓడ యొక్క ముందుభాగం, వచ్చి మంచుమీద అనుకుని నిలబడుతుంది. ఇందుకోసం ఓడ ముందు భాగం క్రింద చాలా వాలుగా ఉండేటట్లు నిర్మిస్తారు. ఓడ నీటిలోంచి బయటకు, అంటే ముందుకు నడిచినకొద్దీ దాని బరువు పెరుగుతుంది. అంటే అసలు బరువు బయటపడుతుంది. యెర్మాక్‌లో ఈ బరువు 800 టన్నులు. ఈ బరువు వల్ల మంచు విరిగి ముక్కలవుతుంది. ఒత్తిడి పెంచడంకోసం ఓడ ముందుభాగంలో గల ట్యాంకులలోకి నీటిని నింపుతారు.

మంచు మరీ మందంగా లేనప్పుడు ఈ పద్ధతిని వాడుకుంటారు. మందం బాగా ఉండే మంచును పగలగొట్టడానికి దాన్ని ఢీకొట్టడమే మార్గం. ఓడ కొంచెం వెనకకు కదిలి, బాగా వేగంగా ముందుకు సాగి మంచుపొరలను గుద్దుకుంటుంది. ఇప్పుడు పనిచేసేది ఓడ బరువుకాదు. చలనం వల్లదానికి కలిగిన శక్తిమాత్రమే. ఓడ కేవలం గుద్దడానికి వాడిన ఒక పరికరం మాత్రమే. ఈ తాకిడి శక్తికి, మీటర్ల మందం గల మంచుగోడలు కూడా పగిలిపడిపోతాయి. సిబిర్యకోవ్ నౌకలో 1932లో ధ్రువప్రాంతాలకు జరిగిన సాహసయాత్రలో పాల్గొన్న N. మార్కోవ్ ఓడ మంచును పగలగొట్టిన వైనాన్ని ఇలా వర్ణించాడు.

"వందలాది మంచు ఖండాల మధ్యనగల గొప్ప మంచుమైదానంలో సిబిర్యకోవ్, 52 గంటలపాటు తన దాడిని ప్రారంభించింది. పదమూడుసార్లు పడవ పూర్తివేగంతో వెనుకకు, పూర్తివేగంతో ముందుకు సాగింది. ఓడ గుద్దుకుంటుంటే దాని ముందు భాగం మంచును బద్దలుకొట్టింది. ఆ పగిలిన భాగం మీదకు ఓడ ముందుభాగం ఎక్కి మంచును మరింత నలగ్గొట్టింది. అప్పుడది వెనక్కుపోయి మరోసారి వచ్చి ఢీకొంది. మీటర్లో ముప్పావువంతు మందంగల మంచుపొర, కష్టంగానే పగిలి దారినిచ్చింది. కొట్టిన ప్రతిసారి, ఓడ తన పొడుగులో మూడోవంతు మాత్రమే ముందుకు కదిలింది.

మునిగిన ఓడలు ఎక్కడుంటాయి?

ప్రమాదానికి గురయి మునిగిపోయిన ఓడలు సముద్రం అడుగుకు చేరవని, ఒకానొక లోతులో వేలాడుతుంటాయని నావికులు కూడా అనుకుంటారు. అలావేలాడే లోతులో నీరు, పైనున్న నీటి ఒత్తిడి వల్ల సాంద్రత పెరిగి, ఓడలను మునగనివ్వదని వారి భావం.

"ట్వెంటీ తౌజండ్ లీగ్స్ అండర్ ద సీ "రచయిత కూడా ఈ భావాన్నే బలపరచాడు. నీటిలో మధ్యనే స్థిరంగా నిలబడిన భగ్ననౌక నౌకదాన్ని గురించి జూల్స్ వెర్న్ ఒకచోట వర్ణిస్తాడు. "నీటిలో వేలాడుతూ కుళ్ళిపోతున్న" ఓడల గురించి మరో అధ్యాయంలో చెప్పుతాడు. అదింతకూ వాస్తవంగా జరిగేదేనా? బాగా లోతులో ఉండే నీటిమీద పైనుండి పడే ఒత్తిడి చాలా ఎక్కువ గాబట్టి ఈ మాటలు సమంజసమేనని కొందరనుకోవచ్చు. పదిమీటర్ల లోతులో నీటి ఒత్తిడి ఒక కిలోగ్రాముంటుంది. ఈ బరువు మునిగి ఉన్న వస్తువుయొక్క ప్రతి చదరపు సెంటిమీటరు మీదన్నమాట. 20 మీటర్లు లోతయ్యేసరికి ఈ ఒత్తిడి రెండు కి.గ్రాములవుతుంది. వందమీటర్ల వద్ద 10 కే.జీలు, 1000 మీటర్లవద్ద 1,00 కేజీలు ఇలా ఒత్తిడి పెరుగుతుంది.

సముద్రం చాలాచోట్ల కొన్ని కిలోమీటర్ల వరకు లోతు ఉంటుందని మనకు తెలుసు. పసిఫిక్ సముద్రంలోని మరియాన్ అఖాతం పదకొండు కిలోమీటర్ల లోతు ఉంది. అంతలోతులో ఉండే నీటిమీద, ఇతర వస్తువుల మీద ఎంతటి ఒత్తిడి పడుతుందో మీరు ఊహించగలరనుకుంటాను.

ఒక ఖాళీ సీసాలో బిరడా బిగించి సముద్రంలో చాలా లోతుకు పంపించి తిరిగిపైకి తీసిచూస్తే సీసానిండా నీరుంటుంది. బిరడాగూడా సీసాలోకి నొక్కుకుపోయి ఉంటుంది. ఇది నీటి ఒత్తిడి వల్లనే జరుగుతుంది. సముద్రశాస్త్ర నిపుణుడు జాన్ ముర్రే తన పుస్తకం "ద ఓషన్స్"లో ఒక ప్రయోగాన్ని వర్ణిస్తాడు. వేరు వేరు పొడుగులు గల మూడు గాజుగొట్టాలను తీసుకొని వాటి రెండు చివరలను కరిగించి మూసివేశారు. వాటిని ఒక గుడ్డలో చుట్టి, రాగి గొట్టంలో బిగించారు. ఈ గొట్టంలో మాత్రం రంధ్రాలు ఏర్పాటు చేశాడు. రాగి గొట్టాన్ని సముద్రంలో 5 కి.మీల లోతుకు పంపించి తిరిగి బయటకు తెచ్చారు. పాత్రను తీసి గుడ్డ పొట్లంలో చూస్తే, గాజుపొడి మంచువలె కనబడింది. ఇటువంటి లోతులకు పంపిన కర్రకూడా,

గట్టిపడి, తర్వాత నీటిలో వేస్తే ఇటుకల్లాగ మునిగింది!

కాబట్టి, ఎక్కువ లోతుల్లో ఉండే నీరుకూడా, ఇటువంటి ఒత్తిడి వల్ల సాంద్రత పెరిగి, బరువయిన వస్తువులను కూడా మునగనీయదనుకోవడం ఎంతో సహజం. పాదరసంలో ఇనుము తూకం రాళ్లుకూడా మునగవు మరి! కానీ సముద్రపు నీటిని గురించిన ఈ భావన తప్పు! ఇతర ద్రవాలన్నింటిలాగే, నీరు కూడా ఒత్తిడికి లొంగేదికాదని ప్రయోగాలద్వారా తెలిసింది. ప్రతి చదరపు సెం.మీ. మీద ఒక కిలోగ్రాము ఒత్తిడి పడినపుడు నీరు, దాని పరిమాణంలో 22 వేలవంతు మాత్రమే ఒత్తిడవుతుంది. ఒత్తిడి పెరిగినప్పుడు ఈ లెక్కలోనే దాని ప్రభావం కూడా పెరుగుతుంది. నీటిలో ఇనుము తేలాలంటే, ఆనీటి సాంద్రతను మామూలుకు 8 రెట్లు పెంచవలసి ఉంటుంది. నీటిని కేవలం దాని పరిమాణంలో సగానికి తగ్గించాలంటే చదరపు సెంటిమీటరుకు 11,000 కి.గ్రాల పీడనం అవసరం. ఇటువంటి పీడన 110 కి.మీ లోతు నీటిలో ఏర్పడడానికి వీలుంది.

ఎంతలోతున్నప్పటికీ, నీటిమీద ఒత్తిడి ప్రభావం అంతగా ఉండదని, సముద్రాలన్నింటిలోకి లోతయిన ప్రాంతంలో కూడా ఒత్తిడి వల్ల తగ్గే నీటి పరిమాణం కేవలం 5 శాతం మాత్రమేనని చాలా వివరంగా తెలిసిపోయింది! (గురుత్వాకర్షణ శక్తి ఒక్క సారిగా మాయమయితే, నీరు భారరహితమవుతుంది. అప్పుడు సముద్రాల్లో నీటి ఎత్తు సగటున 35 మీటర్లు పెరుగుతుంది. గురుత్వాకర్షణ వల్ల పీడనానికి గురయిన నీరు తన నిజపరిమాణానికి వస్తుందన్నమాట. ఈ విషయాన్ని బ్రిటిష్ భౌతికశాస్త్రజ్ఞుడు టూటె వివరించాడు. ఇటువంటి సందర్భంలో సముద్రపునీరు 50 లక్షల చదరపు కి.మీటర్ల భూప్రాంతాన్ని ముంచివేస్తుందని బెర్జర్ లెక్కవేశాడు. సముద్రపు నీటి మీద, గురుత్వాకర్షణ బలం పనిచేస్తున్నది గనుకనే అంత భూప్రాంతం సముద్రంగా గాక పొడిగా మిగిలిందన్నమాట.) అంత తక్కువ పీడనం వల్ల వస్తువులు మునగడం, తేలడం మీద గొప్ప ప్రభావం ఉండదు. నిజానికి ఆలోతులో ఉండే ఘనపదార్థాల మీదకూడా అంతే ఒత్తిడి పనిచేస్తుంటుంది మరి!

ప్రమాదానికి గురయిన ఓడలు సముద్రం అడుగుకే చేరుకుంటాయనే విషయంలో ఇక అనుమానాలేవీ అవసరం లేదనుకుంటాను. "గ్లాసు నీటిలో మునిగిపోయే వస్తువేదయినా సరే, సముద్రంలో కూడా మునిగి పోతుంది, అడుగుకు చేరుతుంది" అంటాడు ముర్రే.

కొందరు దీనికొక ఎదురువాదం ఇలా చెపుతారు. ఒక గ్లాసును బోర్లించి జాగ్రత్తగా నీటిలో ముంచితే, గ్లాసు బరువుకు సమానమయిన బరువుగల నీరు వెలికిపోయి, ఆగ్లాసు అలాగే మునిగి ఉంటుంది. కొంచెం బరువయిన లోహంతో చేసిన పాత్రయితే నీటిలోపల కూడా అలాగే నిలబడుతుంది. కానీ అడుగుకు మాత్రం పోదు. అలాగే మునిగిన పడవలు కూడా అలా మధ్యలోనే నిలబడతాయంటారు వారు. ఓడగదుల్లోని గాలి బయటకు పోయే అవకాశం లేకపోతే నిజంగానే అవి

మధ్య నీటిలో వేలాడతాయి. చాలా ఓడలు తలకిందులయి మునిగి పోతుంటాయి. అటువంటి కొన్ని అడుగు చేరకుండా మధ్యలోనే ఉండే అవకాశం లేదా? చిన్న తోపుతోనయినా, అవి కదిలి, నీటితో నిండిపోతాయి. అయితే, తుఫానులకు కూడా చలించని, ఆ నీరవ నిశ్శబ్దం, ప్రశాంతత ఆవరించుకున్న ఆలోతుల్లో ఆ "తోపుడు" ఎక్కడినుండి రావాలి? అనికూడా వారంటారు.

ఈ వాదాలన్నింటిలోనూ భౌతికశాస్త్ర పరంగా ఒక లొసుగుంది. తలక్రిందులుగా పెట్టిన గ్లాసు నీటిలో తనంత తానుగా మునగదు. అది మునగాలంటే దాని మీద బలం ప్రయోగించాలి. తేలిపోయే వస్తువుల మీద లాగే దాని మీదకూడా బలం అవసరం. అందుకని ఓడ తలక్రిందులయి మునిగినా చేరేది అడుగుకే గాని, మధ్యలో వేలాడే ప్రశ్నలేదు.

జూల్స్ వెర్న్, హెచ్.జి.వెల్స్‌ల కలలు ఎలా నిజమయ్యాయి?

జూల్స్‌వెర్న్ తన కల్పనలో సృష్టించిన "నాటిలస్"ను ఈనాటి జలాంతర్గాములు కొన్ని విషయాలలో తలదన్నాయి. వాటి వేగం కల్పనలోకన్నా సగం మాత్రమేననుకోండి. ఇవి గంటకు 24 నాట్లు పోతాయి. వెర్న్ కల్పన జలాంతర్గామి మాత్రం 50 నాట్లు పోయింది. ఈనాటి జలాంతర్గాములు చేయగలిగిన సుదీర్ఘ ప్రయాణం భూమి చుట్టు ఒక ప్రదక్షిణం అయితే "నాటిలస్ " మాత్రం రెండు చుట్లు చుట్టింది. ఇక మరోవేపు చూస్తే నాటిలస్ పరిమాణం 1500 టన్నులు. అందులో 30 మంది దాకా ఉండి 48 గంటల పాటు మునిగి ఉండేవారు 1929లో ఫ్రెంచి నౌకాదళం వారు నిర్మించిన సర్క్యూఫ్ అనే జలాంతర్గామి పరిమాణం 3,200 టన్నులు. అందులో 150 మంది సిబ్బంది ఉంటారు. అది పైకి రాకుండా 120 గంటల పాటు మునిగి ఉండగలిగేది.

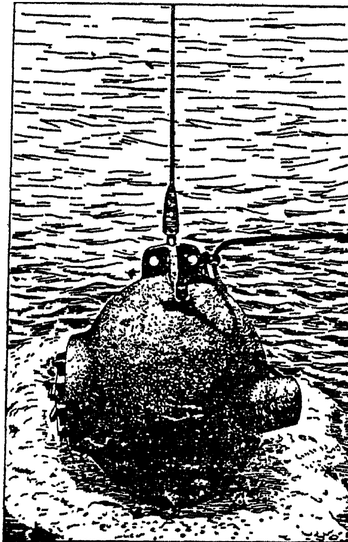
(అణుశక్తితో నడిచే ఈనాటి జలాంతర్గాములు, ఇంతకు ముందెవరూ చొరని సముద్రాలు, మహాసముద్రాల లోతులను తరచి చూడగలవు. వాటిలో ఉండే తరగని ఇంధనంవల్ల, అవి పైకి రానవసరం లేకుండా సుదీర్ఘ ప్రయాణాలు చేయగలుగుతాయి. అమెరికా వారు అటువంటి జలాంతర్గామి "నాటిలస్"లో ఆర్కిటిక్ ప్రాంతపు బేరింగ్ సముద్రంలో మొదలయి, గ్రీన్‌లాండ్ సముద్రం దాకా ఉత్తర ధృవంగుండా పయనించారు. ఇలాంటిదే మరొకటి, మునిగి ఉండి ప్రపంచాన్ని చుట్టి వచ్చింది – సం॥)

మధ్యలో ఏ రేవును తగలకుండా, సర్క్యూఫ్, ఫ్రాన్సు నుండి మడగాస్కర్ దాకా ప్రయాణించ గలిగింది. ఇక లోపలి సౌకర్యాలు, సదుపాయాల విషయానికొస్తే, అది కల్పనలోని కెప్టెన్ నీమో జలాంతర్గామికన్నా మెరుగయినదే! దాని మీద విమానాలు దాచేందుకు హాంగార్ కూడా ఉండింది. జూల్స్ వెర్న్ తన నాటిలస్‌లో పెరిస్కోపును ఏర్పాటు చేయలేదు. ఈ పరికరం సాయంతో మునిగిఉన్న జలాంతర్గామిలోని వారు, నీటిమీద జరిగే సంగతులను చూడ గలుగుతారు.

అయితే ఒక విషయంలో మాత్రం మనం ఇప్పట్లో తయారుచేసుకుంటున్న జలాంతర్గాములు, జూల్స్‌వెర్న్ కల్పన స్థాయికి చేరలేకపోతున్నాయి. అది అవి చేరగలిగిన లోతులు ఈ విషయంలో వెర్న్ కల్పన హద్దులు దాటింది. "కెప్టెన్ నీమో క్రిందకు, 3,4,5,7,9 ఇంకా పది వేల మీటర్లు లోతుకు పోయాడంటాడొక చోట. ఒకసారి నాటిలస్‌ను అనూహ్యంగా 16,000 మీటర్ల లోతుకు దింపుతాడు. "జలాంతర్గామిలోని ఇనుపరేకులు అతుకులు అదరసాగాయి. నీటి ఒత్తిడి కింద, వాటిలో బిగించిన మరలు చొచ్చుకుని లోపలికి రావడం నేను చూచాను. పోత పోసిన వస్తువులాగ మరీ గట్టిది గాకుండా ఉంటే, మా నౌక క్షణంలో పచ్చడయి ఉండేది" అంటాడు నాయకుడు. అతని భయం సమంజసమయినదే. 16 కిలో మీటర్ల లోతంటూ నిజంగా ఉంటే, అక్కడ నీటి ఒత్తిడి, 16,000:10=1,600 కి.గ్రా./సెం.మీ^{2}కి చేరుకుంటుంది. దీన్ని 1,600 సాంకేతిక అట్మాస్ఫియర్లుగా చెపుతారు. ఈ ఒత్తిడి ఇనుమును పిండి చేయలేదేమోగాని, తప్పకుండా నొక్కి వేయగలదు.

అయితే, సముద్ర పరిశోధకులు ఇంతచేసి లోతులను చూచి ఉండలేదు. జూల్స్‌వెర్న్ తన నవల రాసింది 1869లో అప్పట్లో సముద్రపు లోతులను కనుగొనేందుకు వాడిన

చిత్రం 49. ఈ ఉక్కు కవచంగల బాతిస్ఫియర్ గోళం సహాయంతో విలియమ్ బీబ్ 1934లో 923 మీటర్ల లోతుకి దిగాడు, దీని గోడల మందం సుమారు 4 సెం.మీ. బరువు 2.5 టన్నులు; దీని వ్యాసం నిడివి 1.5 మీటర్లు.



పద్ధతులు సరియయినవి కాక పోవడమే. ఇటువంటి అభిప్రాయాలు కలగడాని కారణం లోతును కనుగొనేందుకు ఆ రోజుల్లో తీగలనుగాక జనపనారతో పేనిన తాళ్ళను వాడేవారు. ఆ తాడు లోతుకు వెళ్ళినకొద్దీ, దానిమీద నీటి రాపిడి ఎక్కువయ్యేది. ఒక లోతు తర్వాత ఇక త్రాడు క్రిందకు పోదు. పైనుంచి ఎంత తాటిని వదిలినా అది ఆ లోతునే కుప్పపడి చిక్కులు పడుతుంది. అందుకనే సముద్రంలోతు గురించి అప్పట్లో అందరికీ తప్పుడు ఆలోచనలు, ఊహాయింపులు కలిగాయి.

అధునాతన జలాంతర్గాములు 25 ఆట్మాస్ఫియర్ల కన్నా ఎక్కువ ఒత్తిడిని తట్టుకోలేవు అంటే అవి 250 మీటర్లకన్నా ఎక్కువలోతుకు పోలేవన్నమాట. అయితే బేతిస్ఫియర్ అనే మరొక నిర్మాణాన్ని వాడి ఎక్కువ లోతులకు చేరగలిగారు.

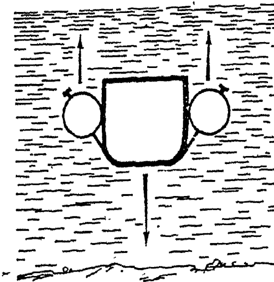
సముద్రపు లోతులలోగల జీవరాసులను గురించి పరిశోధించడానికి దీన్ని ప్రత్యేకంగా రూపొందించారు. అది జూల్స్‌వెర్న్ కల్పించిన "నాటిలస్"ను గాక "ద సీ రైడర్స్"లో ఎచ్.జి.వెల్స్ సృష్టించిన జలాంతర్గామిని పోలి ఉంటుంది. అతని ఉక్కుగోళం ఒక వ్యక్తిని సముద్రంలో 9 కి.మీల లోతుదాకా తీసుకుపోతుంది. ఆ పరికరం తీగ సాయంతోగాక, బరువుల సాయంతో లోతుకు చేరుతుంది. సముద్రం అడుగుకు చేరిన తర్వాత బరువులను తొలగించేస్తే, అది వేగంగా పైకి తేలుతుంది. బేతిస్ఫియర్లలో పరిశోధకులు 900 మీటర్ల లోతుకు చేరగలిగారు. దాన్ని ఒక ఓడనుంచి లోహపుతీగ సాయంతో క్రిందకు వదులుతారు. అందులో ఉండే వారికి ఓడలోని వారికి టెలిఫోను సంపర్కం కూడా ఉంటుంది.

(తర్వాత కాలంలో ఫ్రాన్సులో విల్మ్ నేతృత్వంలో, ఇటలీలో బెల్జియన్ ప్రొఫెసర్ పికార్డ్ నాయకత్వంలో, నీటిలో లోతుకు చేరగల మరో పరికరం బేతిస్కోఫ్‌ను తయారుచేశారు. అవి నీటి అడుగున అటు యిటు ప్రయాణం చేయగలుగుతాయి. బేతిస్ఫియర్లో తీగ బంధం ఉంటుంది గనక, అదలా కదలలేదు. పికార్డ్ ఇందులో మూడు కిలోమీటర్ల లోతుకు వెళ్లాడు. తర్వాత ఫ్రెంచి వ్యక్తి గితామ్, విల్మ్‌లు 4,050 మీటర్ల లోతుకు చేరగలిగారు. నవంబరు 1959లో ఒక బేతిస్కోఫ్ 5,670 మీటర్ల లోతుకు చేరింది. అయితే అది కూడా చివరిలోతు కాదు. 1960 జనవరి 9న పికార్డ్ 7,300 మీటర్ల లోతుకు వెళ్లాడు. చివరకు జనవరి 23న అతను అన్నిటికన్నా లోతయిన ప్రాంతం మరియాన్ అఖాతం అడుగుకు 11.5 కి.మీ. లోతుకు చేరగలిగాడు.)

సాడ్కోను తిరిగి పైకి తెచ్చిందెట్లా?

ప్రతి సంవత్సరం, ముఖ్యంగా యుద్ధకాలాల్లో పెద్దవీ, చిన్నవీ వేలాది ఓడలు మునిగి పోతుంటాయి. గత ఇరవై, ముప్పయి సంవత్సరాలలో ఇటువంటి వాటిలో విలువైన కొన్నింటిని వెలికితీశారు. స్పెషల్ పర్పస్ అండర్ వాటర్ వర్క్ అడ్మినిస్ట్రేషన్ అనే రష్యన్ సంస్థవారి ఇంజనీర్లు, 150 కన్నా ఎక్కువ పెద్ద పెద్ద

ఓడలను వెలికితీసి విశ్వవిఖ్యాతి గాంచారు. వాటిలో అన్నింటికన్నా పెద్దది 1916లో నాయకుని నిర్లక్ష్యంవల్ల మునిగిన "సాడ్కో" అనే హిమచ్ఛేదనౌక 17 సంవత్సరాలు సముద్రగర్భంలో ఉండిన ఈ నౌకను ఎత్తిపైకి తీశారు.



చిత్రం 50. "సాడ్కో"ను పైకి తేర్చిన విధం. హిమవిచ్ఛేదక నౌక పాంటూన్‌లు గొలుసులూ మధ్యచ్ఛేదంలో చూపబడ్డాయి.

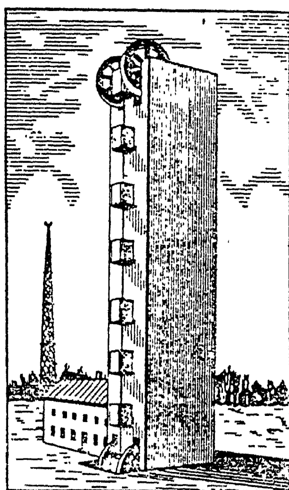
ఇందుకు ఉపయోగించిన పద్ధతి పూర్తిగా ఆర్కిమిడిస్ సిద్ధాంతం మీద ఆధారపడి ఉంది. 25 మీటర్ల లోతున డైవర్లు మునిగిన ఈ ఓడ కింద పన్నెండు కందకాలు తవ్వారు. వాటి గుండా బలమయిన ఉక్కు తాళ్లను పంపించారు. వాటి కొసలను బలవంతగా ముంచి పెట్టిన "పాంటూన్"లకు బిగించారు. ఈ పాంటూన్‌లను చిత్రం 50లో చూడవచ్చు. ఇవి 11 మీటర్ల పొడుగు, 5.5 మీటర్ల చుట్టు కొలతగలిగి, అన్ని వేపులా నీరు చొరకుండా సీలు చేయబడిన ఇనుపగొట్టాలు. వీటి బరువు, ఖాళీగా ఉన్నప్పుడు 50 టన్నులు. ఘన పరిమాణం 250 ఘనపు మీటర్లు. కేవలం 50 టన్నుల బరువుగల పాంటూన్ 250 టన్నుల నీటిని వెలికి తోస్తుంది గనుక, అది తనంతతాను మునిగే ప్రసక్తిలేదు. అయితే అది నీటిలో 250−50=200 టన్నుల బరువును పైకెత్తగలుగుతుంది. పాంటూన్ మునగాలంటే దాన్ని నీటితో నింపవలసి ఉంటుంది. (హైదరాబాద్ హుసేన్ సాగర్‌లో మునిగిన బుద్ధ విగ్రహాన్ని వెలికి తీసినపుడు కూడా పాంటూన్‌లను వాడుకున్నారు – అనువాదకుడు)

ఉక్కు తీగలను పాంటూన్‌లకు కట్టిన తర్వాత, వాటిల్లోకి ఒత్తిడి చేయబడిన గాలిని పంపించారు. 25 మీటర్ల లోతున నీరు (25/10+1) 3.5 అట్మాస్ఫియర్ల ఒత్తిడిని కలగజేస్తుంది. గాలిని 4 అట్మాస్ఫియర్ల ఒత్తిడితో పంపుచేశారు. ఆ విధంగా పాంటూన్లు ఖాళీ అయ్యాయి. అప్పుడు వాటిని నీరు, అమితబలంతో పైకి తోసింది. పన్నెండు పాంటూన్స్ కలిపి (12×200) -2,400 టన్నుల బరువును ఎత్తగలుగుతాయి. అయితే సాడ్కో బరువు అంతకన్నా చాలా తక్కువ గనక, సౌలభ్యం కోసమని పాంటూన్లలోని నీటిని మొత్తంగా తీసివేయకుండానే పని

జరిపించారు. అయితే ఎన్నో సార్లు ప్రయత్నాలు విఫలమయిన తర్వాతగాని ఓడ పైకి రాలేదు. "విజయవంతం కావడానికి ముందు మేం నాలుగు సార్లు అపజయం కూడా రుచి చూచాం" అన్నారు. ఆ కార్యక్రమానికి బాధ్యత వహించిన ఇంజనీరు టి.ఐ, బోబ్రిట్‌స్కి. "ఆ మూడు సార్లూ, ఊపిరి బిగబట్టుకుని ఓడపైకి వస్తుందని ఎదురుచూచాం. అయితే కనబడినవి మాత్రం పాంటూన్లు, తెగిన తీగలు మాత్రమే. ఓడ కూడా రెండుసార్లు పైదాకా వచ్చి మునిగిపోయింది."

నిరంతర చలనం గల జలయంత్రం

నిరంతర చలనం సాధించాలని తయారుచేసిన యంత్రాలలో చాలా మటుకు ప్లవన సూత్రం ఆధారంగా తయారుచేసినవి కూడా ఉన్నాయి. వాటిలో ఒక దాంట్లో ఇరవై మీటర్ల ఎత్తుగల ఒక టవర్‌లో నిండా నీరుంటుంది. దానికి పైన, కింద ఉండే చక్రాల మీదుగా, చివరలు కలిపిన బెల్టు ఒకటి బిగింపబడి ఉంటుంది. ఈ బెల్టుకు ఘన చతురస్రాకారంలోగల 14 పెట్టెలు అమర్చి ఉన్నాయి. నీరు చొరకుండా, అతికించి తయారు చేసిన ఈ పెట్టెలు ఒక్కొక్కటి ఒక మీటరు ఎత్తుంటాయి. చిత్రం 51, 52ల్లో ఈ నిర్మాణం యొక్క వివరాలు చూడవచ్చు.



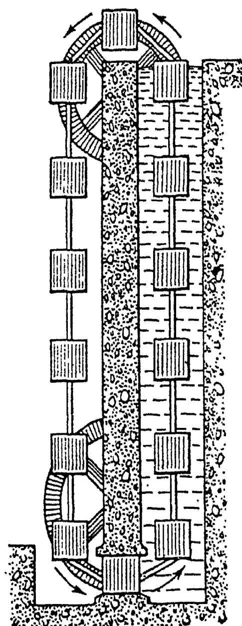
చిత్రం 51. మోసపు "శాశ్వత చలన" జలయంత్రపు ఊహాపథకం.

ఇంతకూ ఈ యంత్రం ఎలా పనిచేస్తుంది? ఆర్కిమిడీసు సిద్ధాంతం ప్రకారం, నీటిలో ఈ పెట్టెలు బలంగా పైకి నెట్టబడతాయి. పెట్టె ఎంత బరువుగల నీటిని

పక్కకు తొలగిస్తుందో, అంత బలం పెట్టెమీద ప్రయోగింపబడుతుంది. అంటే ఎన్ని పెట్టెలు మునిగి ఉంటాయో, అన్ని ఘనపు మీటర్ల నీటి బరువుకు సమానమయిన బలమన్నమాట. చిత్రంలో చూస్తే ఎప్పుడూ ఆరుపెట్టెలు మునిగి ఉంటాయని తెలుస్తుంది. అంటే నీటివల్ల కలిగే ప్లవనశక్తి ఆరుటన్నులన్న మాట. ఇక పైకి చేరిన పెట్టెలు కేవలం వాటి బరువువల్లనే కిందకు జారివస్తాయి. కానీ బెల్టు అవతలి పక్కన మరో ఆరు పెట్టెలుండడంవల్ల ఈ కదలిక క్రమమవుతుందనుకోండి.

మొత్తానికి బెల్టు ఎప్పటికీ ఆరుటన్నుల బలంతో పైకి తోయబడుతుంది. ఈ రకంగా అది ఆగకుండా నిరంతరం తిరుగుతూనే ఉంటుంది. ప్రతి చుట్టుకు ఈ యంత్రం 6,000×20 =120,000 కి.గ్రాములకు సమమయిన పనిచేస్తుంది.

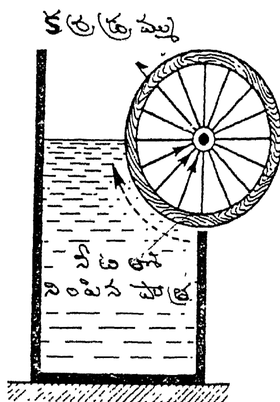
ఇటువంటి యంత్రాలను దేశంలో నలుమూలలా నెలకొల్పితే, వాటితో అంతులేని పనులు సాధించుకోవచ్చు. దీని సాయంతో డైనమోలను తిప్పి విద్యుత్తు పుట్టించి, అన్ని రకాల కార్యక్రమాలలోనూ వాడుకోవచ్చు.



చిత్రం 52. ముందు చిత్రంలో చూపబడిన టవరు యొక్క మధ్యచ్ఛేదం

ఇక ఈ ప్రణాళికను ఒక సారి విశ్లేషించి చూద్దాం. బెల్టు కట కదలదని తెలిసిపోతుంది. అది కదలాలంటే పెట్టెలు అడుగునుంచి వచ్చి నీటిలో మునగాలి. పైకి వచ్చి తేలాలి. కిందనుండి నీటిలోకి ప్రవేశించాలంటే ప్రతి పెట్టె, 20 మీటర్లు ఎత్తుగల నీటి ఒత్తిడి ఎదుర్కోవాలి. చదరపు మీటరుండే పెట్టెమీద ఈ ఒత్తిడి 20 టన్నులుంటుంది. 20 ఘనపు మీటర్ల నీటికి సమమన్న మాట. ఇకపైకి లాగేవి మాత్రం ఆరుటన్నులే. అంటే పెట్టెను నీటిలోకి లాగడం కుదరదన్నమాట.

పిచ్చివారు చాలామంది, నీటితో నడిచే శాశ్వత చలన యంత్రాలను తయారుచేయ ప్రయత్నించారు. వందలాదిగా ఉండే వీటిలో కొన్ని చాలా చమత్కారంగా కూడా ఉంటాయి. చిత్రం 53లో అటువంటిది ఒకటి ఉంది ఇందులో ఒక కర్ర పీపా ఉంది. అది ఇరుసుమీద తిరిగేలా అమర్చి ఉంది. అందులో ఒక భాగం ఎల్లప్పుడు నీటిలో మునిగి ఉండేలా ఏర్పాటు చేసి ఉంది. ఆర్కిమిడిస్ సిద్ధాంతమే గనుక నిజమయితే నీటిలో మునిగి ఉండిన భాగం ఎల్లప్పుడు పైకి కదలడానికి ప్రయత్నించాలి. దాన్ని పైకెత్తే ప్లవన శక్తి, ఇరుసుమీది రాపిడిశక్తి కన్నా ఎక్కువ గనుక పీపా నిరంతరం గుండ్రంగా తిరుగుతూ ఉండాలి. అయితే మీరు ఇటువంటి యంత్రాల్ని నడిపించడానికి ప్రయత్నిస్తే తప్పకుండా ఓడిపోతారు. పీపా తిరగనే తిరగదు. ఎందుకంటారా? దాన్ని తోయవలసిన బలాలు, ఎటువేపుగా పనిచేస్తాయనేది మీరు పట్టించుకోలేదు గనుక అవి పీపా యొక్క ఉపరితలానికి లంబకోణంలో ఉంటాయి. అంటే ఇరుసువైపుకు మళ్లి ఉంటాయని అర్థం. ఇక వ్యాసార్ధం వెంట బలం ప్రయోగిస్తే చక్రం తిరగదని, మీరు చాలా సార్లు గమనించి ఉంటారు. మీరు ఉపయోగించే బలం వ్యాసార్ధానికి లంబకోణంలో ఉంటేనే చక్రం తిరిగేది.



చిత్రం 53. నీటిలో తిరిగే "శాశ్వత చలన" యంత్రం యొక్క మరొక పథకం.

అంటే ఉపరితలాన్ని స్పర్శరేఖలో పెట్టాలన్నమాట. "నిరంతర చలనం" సాధించడం మరోసారి ఎందుకు విఫలమయిందో తెలిసిందనుకుంటాను.

"నిరంతర చలనం" పిచ్చి పట్టుకున్నవారికి ఆర్కిమిడీస్ సిద్ధాంతం చాలా కాలం మెదడుకు మేత పెట్టింది. దాన్ని ఉపయోగించి ఖర్చులేకుండా యంత్రశక్తిని తయారుచేసుకోవాలని వారు కలలుగన్నారు. అయితే ఈ ప్రయత్నాలేవి కూడా సఫలం కాలేదు. కాలేవు కూడా!

'గ్యాస్ ' అనే మాటను ఎవరు కనుగొన్నారు?

థర్మామీటరు, ఎలెక్ట్రిసిటీ, గాల్వనోమీటరు, టెలిఫోను అన్నింటికి మించిన "అట్మాస్ఫియర్" అనే మాటల్లాగే 'గ్యాస్' అనే మాటను శాస్త్రజ్ఞులు కనుగొన్నారు. కొత్తగా తయారుచేసిన మాటలన్నింటిలోకి నిస్సందేహంగా 'గ్యాస్' అనేది అన్నిటికన్నా పొట్టిది. గెలిలియోకు సమకాలికుడయిన, డచ్చి రసాయన శాస్త్రవేత్త, భౌతిక నిపుణుడు హెల్మాంట్ (1577–1644) కేయాస్ అనే గ్రీకు మాటనుండి ఈ శబ్దాన్ని తయారుచేశాడు. గాలిలో రెండు భాగాలుంటాయని, వాటిలో ఒకటి దహనక్రియకు దోహదంచేసి అందులో ఖర్చవుతుందని, మిగతా సగం అలా కాదని అతను తెలుసుకున్నాడు. "ఈ వాయువును నేను 'గ్యాస్' అన్నాను. ఇది మన పూర్వీకులు చెప్పిన 'కేయాస్'కు ఏ మాత్రం తీసిపోదు" అన్నాడతను. కేయాస్ (Chaos) అంటే 'గజిబిజి' అని అర్థం. ఈ కొత్తగా తయారయిన మాట చాలా కాలం పాటు అందరిదృష్టిని ఆకర్షించలేక పోయింది. 1789లో మాంట్ గోల్ఫియెర్ సోదరులు తమ తొలి బెలూనుయాత్ర చేసిన తర్వాత దీని ప్రాచుర్యం పెరిగింది. అంతకు ముందే దీన్ని లెవొయిజే అనే ప్రసిద్ధ రసాయన శాస్త్రవేత్త పునరుద్ధరించాడు.

18వ శతాబ్దినాటి రష్యన్ పరిశోధకుడు లొమొనొసోవ్, ఈ వాయుపదార్థాలకు మరొక పేరు పెట్టాడు. అతడు వాటిని రెసెలియెంట్ లిక్విడ్స్ అన్నాడు. ఇది నేను బడికి వెళ్ళిన తొలిరోజుల దాకా వాడుకలో ఉండేది. లొమొనొసోవ్ రష్యన్ భాషకు ఎన్నో నూతన సాంకేతిక పదాలను జోడించాడు. ప్రకృతి శాస్త్రం యొక్క పితామహుడనిపించుకున్న ఈ మహాజ్ఞాని ఈ విషయంగా ఇలా రాసుకున్నాడు.

"భౌతిక ఉపకరణాలకు, చర్యలకు, సహజ వస్తువులకు పేర్లు పెట్టడం కోసం కొత్త మాటలను వెదకవలసి వచ్చింది. ఈకొత్త మాటలు మొదట్లో విపరీతంగా అనిపించవచ్చు. అయితే వాడుకలో కాలం గడుస్తున్న కొద్దీ, అవి పరిచితమవుతాయనే అనుకుంటాను."

లొమొనొసోఫ్ చెప్పిన మాట వాస్తవమే అయింది!

చూడడానికి సులువనిపించే పని

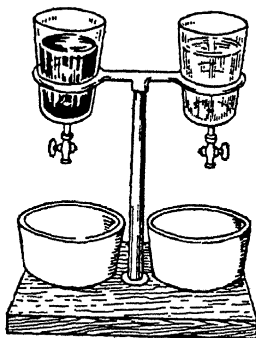
ముప్పయి గ్లాసుల నీళ్లు పట్టే ఒక పాత్ర నిండా నీరు నింపి ఉంది. దాని

కుళాయి కింద గ్లాసు ఒకటి పెట్టి, అది ఎన్ని సెకండ్లలో నిండుతుందో గమనించండి. అందుకు అరనిమిషం పట్టిందనుకోండి. ఇప్పుడొక ప్రశ్న కుళాయిని వదిలి ఉంచితే అది పూర్తిగా ఖాళీ కావడానికి ఎంత కాలం పడుతుంది?

చాలా సులువయిన ప్రశ్న కదూ! ఒక గ్లాసు నిండడానికి అరనిమిషం పడితే మొత్తం పాత్ర ఖాళీ కావడానికి 30, అరనిమిషాలు, అంటే పావుగంట పడుతుందని మీరు అనుకుంటారు.

ఆ ప్రయోగాన్ని ఒక సారి చేసి చూడండి. పాత్ర ఖాళీ కావడానికి అరగంట పడుతుందని మీకే తెలుస్తుంది. అంత సులువనిపించిన లెక్క తప్పిపోయింది. ఎందుకు?

నీరు బయటకు ప్రవహించే రేటు ఎప్పటికీ ఒకే రకంగా ఉండదని గమనించాలి. మొదటి గ్లాసు నిండిన తర్వాత రెండవగ్లాసు నిండడానికి కొంచెం ఎక్కువ కాలం పడుతుంది. పాత్రలో నీరు తగ్గుతుంది. అంటే దాని ఎత్తు కూడా తగ్గుతుంది. కాబట్టి అది కలిగించే ఒత్తిడి కూడా తగ్గుతుంది: అందుకే మూడవ గ్లాసుకు మరింత ఎక్కువకాలం పడుతుంది. ఇంకా అలాగే కాలం పెరుగుతూ పోతుంది.



చిత్రం 54. ఏది ముందు కారిపోతుంది? పాదరసమా? అల్కహాలా? రెండు పాత్రలలోనూ ఒకే మట్టం ఉన్నది.

పై మూత తెరుచుకుని ఉండే పాత్రలోనుండి నీరు బయటకు ప్రవహించే వేగం రంధ్రంనుండి పాత్రలోని నీటి స్తంభపు ఎత్తుకు అనులోమంగా ఉంటుంది. అంటే ఎత్తు ఎంత ఎక్కువయితే వేగం అంత ఎక్కువ. గెలిలెయో యొక్క శిష్యుడు టారిసెల్లి ఈ విషయాన్ని మొదట గుర్తించాడు. దీన్ని $V = \sqrt{2gh}$ అనే సులభ సూత్రంలో పొందుపరిచాడు. ఇందులో $V=$ నీరు పడేవేగం, $g=$ గురుత్వాకర్షణ త్వరణం $h =$ రంధ్రంపైనగల నీటి స్తంభపు ఎత్తు. ఈ సూత్రం వల్ల ద్రవం బయటకు ప్రవహించడానికి, దాని సాంద్రతకు సంబంధం లేదని కూడా తెలుస్తుంది. వాటి ఎత్తు సమానంగా ఉంటే పలచని అల్కహాలయినా సరే, చిక్కని పాదరసమయినా సరే ఒకే వేగంతో బయటకు పడుతుంది. (చిత్రం 54) ఇంకా

చంద్రుని మీదనయితే గురుత్వాకర్షణ భూమి మీదకన్నా ఆరవ వంతే గనక, ఒక గ్లాసు నిండడానికి రెండున్నర రెట్లు సమయం ఎక్కువ పడుతుంది.

ఇక తిరిగి మన సమస్యకు! పాత్రలోనుండి 20 గ్లాసుల నీరు తీసిన తర్వాత, కుళాయి పైన నీటి ఎత్తు, పాత్రలో పావు వంతు మాత్రమే ఉందనుకుందాం. కాబట్టి 21వ గ్లాసు నింపడానికి, మొదటి గ్లాసుకన్నా రెండంతల కాలం పడుతుంది. నీరు తొమ్మిది వంతులు దిగిపోయిందనుకుందాం. అప్పుడు మూడంతల కాలం అవసరం. ఈ లెక్క కోసం కాల్క్యులస్‌ను వాడుకుంటే, నీటి ఎత్తు శాశ్వతంగా ఉంటే ఎంతసమయం పడుతుందని లెక్కవేశామో, అంతకు రెండంతల కాలంలో పాత్ర ఖాళీ అవుతుందని తెలుస్తుంది.

టాంకు లెక్క

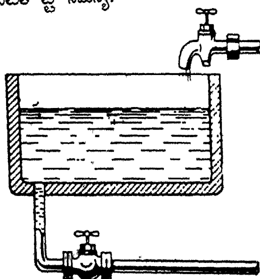
అంకగణితం, బీజగణితం పుస్తకాలన్నింటిలోనూ నీటి తొట్టి సమస్య ఒకటి ఉంటుంది. అది ఇందాకటి మన లెక్కకంటే ఒక అడుగు ముందుకేసింది. ఇటువంటి అతి తెలివి లెక్కలు మీకు చాలా గుర్తుండి ఉంటాయి.

"టాంకుకు రెండు గొట్టాలున్నాయి. ఒక దాంట్లోంచి నీరు లోపలికి వస్తుంది. రెండవ దాంట్లోనుంచి బయటకు వస్తుంది. ట్యాంకు నిండాలంటే అయిదు గంటలు పడుతుంది. రెండవ గొట్టంలోంచి నీరు వదిలితే ట్యాంకు ఖాళీ కావడానికి 10 గంటలు పడుతుంది. ఇక రెండు గొట్టాలను ఒకే సారి తెరిచి ఉంచితే ట్యాంకు నిండడానికి ఎంత కాలం పడుతుంది?"

ఈ లెక్కకు 20 శతాబ్దాల చరిత్ర ఉంది. అలెగ్జాండ్రియాకు చెందిన హెరోన్ కూడా ఇటువంటి లెక్కలు వేశాడు. అందులో ఒకటి చూడండి.

మడుగులో మొత్తం నాలుగు ఫౌంటేన్లున్నాయి
మొదటిది మడుగును ఒక రోజులో నింపుతుంది.
రెండవదదే పనిచేయడానికి, రెండు రోజులు పడుతుంది.
మూడవదానికి మూడురోజులు పడుతుంది.

చిత్రం 55. నీటితొట్టె సమస్య.



నాలుగవది చివరగా నాలుగు రోజుల్లో నింపగలుగుతుంది.

అయితే ఇప్పుడు చెప్పండి?

నాలుగింటినీ ఒకే సారి విప్పితే, మడుగెప్పుడు నిండుతుంది?

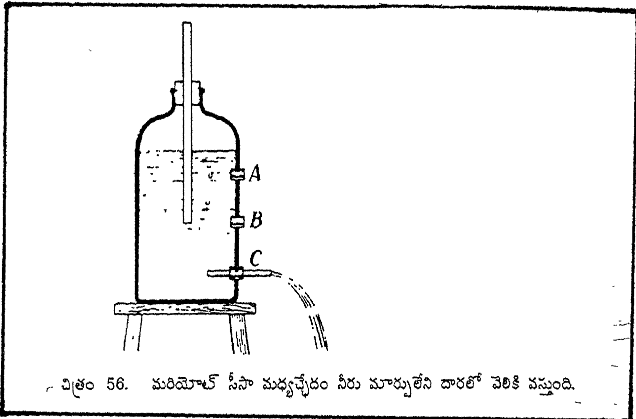
అంటే మడుగులు, ట్యాంకుల లెక్కలు 2000 ఏళ్ళ నాటి నుండి ఉన్నాయన్నమాట. వాటి అలవాటు అటువంటిది. మరి!– అయితే వీటికి జవాబు లెప్పుడూ తప్పుగా చెపుతూనే వస్తున్నారు. మన లెక్క అయింతర్వాత అలాగెందుకు జరిగిందో మీకే అర్థమవుతుంది. ఇంతకూ మన లెక్కకు జవాబేమిటి? లెక్క వేసి చూద్దాం. మొదటి గంటసేపట్లో మొదటి గొట్టం ట్యాంకును 5వ వంతుకు నింపుతుంది. అంత సేపట్లో రెండవ గొట్టం ద్వారా ట్యాంకులో పదవవంతు నీరు బయటకు పోతుంది. అలా గంటపూర్తయిన తర్వాత ట్యాంకులో $\frac{1}{5}-\frac{1}{10}-\frac{1}{10}$ వంతు నీరు మిగిలి ఉంటుంది. ఈ లెక్కన మొత్తం ట్యాంకు నిండడానికి 10 గంటలు పడుతుంది. అదే కదూ జవాబు! అయితే ఈ లెక్క పూర్తిగా తప్పు. ట్యాంకులోకి వచ్చే నీరు ఒకే ఒత్తిడితో ఒకే వేగంతో వస్తుందనుకోవచ్చు. అయితే బయటికి పోయే నీటిమీద, నీటి ఎత్తు యొక్క ఒత్తిడి మారుతూ ఉంటుంది. అంటే ఈ ప్రవాహం ఒకే వేగంలో ఉండే అవకాశంలేదు. ట్యాంకును ఖాళీ చేయడానికి పదిగంటలు పడుతుందంటే, ఆ పదిగంటల్లోనూ, ట్యాంకు ఒక్కో గంటకు పదవవంతు ఖాళీ అవుతుందని అర్థంకానే కాదు! మామూలు లెక్కలను ఉపయోగించి మనం ఈ లెక్కకు జవాబును ఏనాటికీ కనుగొనలేము. అందుకే, నీరు బయటికి ప్రవహించే గొట్టాల ప్రసక్తిగల ట్యాంకు లెక్కలకు అంకగణితం పుస్తకాల్లో తావులేదు!

విచిత్రమయినపాత్ర

లోపల నీటిమట్టం పడిపోతున్నాసరే, మొదటినుండి చివరిదాకా ఒకే రకం ధారతో నీరు బయటకు వచ్చే పాత్రను తయారుచేయవచ్చా? అది ఇక అసాధ్యమని మీరనుకుంటారని నాకు తెలుసు. అయితే అలాంటి పాత్రను తయారుచేయవచ్చు! చిత్రం 56లో చూపబడిన సీసా, అటువంటిదే. అది చిన్నమూతిగల మామూలు సీసా. దాని బిరడాలోనుంచి ఓ గాజుగొట్టం దూర్చబడి ఉంది. ఆగొట్టం చివరకు కిందగా ఉండే C అనే మార్గాన్ని తెరిస్తే, నీటిమట్టం, గాజుగొట్టం క్రిందకు వచ్చేదాకా, నీరు ఒకే వేగంతో పడుతుంది. గాజుగొట్టాన్ని ఇంచుమించు C ఎత్తుకు తోస్తే, ఆపైని ద్రవమంతా ఒకే వేగంతో బయటకు వస్తుంది – అది ఒక్కొక్క చుక్కయినా సరే; వేగం మారదు.

ఇదెలా జరుగుతుంది? నీటిని బయటకు పంపించడానికి C అనే కుళాయిని విప్పినప్పుడు సీసాలో ఏం జరుగుతుందో ఒకసారి ఊహించండి. మొదటగా గాజుగొట్టంలోని నీటిమట్టం దాని అడుగుదాకా పడిపోతుంది. ఆ తర్వాతే పాత్రలోని నీటి మట్టం తగ్గనారంభిస్తుంది. ఖాళీ గాజుగొట్టం ద్వారా బయటిగాలి పాత్రలోకి ప్రవేశిస్తుంది. నీరు బయటకు పోతున్న కొద్దీ లోపల మట్టం తగ్గుతుంది. గొట్టం ద్వారా గాలి, నీటి అడుగుకు వచ్చి, బుడగలయి, సీసాలోని నీటి మట్టం మీదకు చేరుకుంటుంది. B కొళాయి ఎత్తువరకు నీటిమీద ఒత్తిడి, బయటి ఒత్తిడికి

సమానమే. అంటే నీరు బయటకు రావడానికి గల ఒత్తిడికి BCల మధ్యన గల నీటివల్ల మాత్రమే ఏర్పడుతున్నది. BC పొర ఒకే మందంతో ఉంటుంది గనక నీరు బయటకు ప్రవహించే వేగంలో మార్పుండదు. (గాజు గొట్టం నీటిలోని చివర B వద్ద ఉందని గమనించండి)



చిత్రం 56. మరియోట్ సీసా మధ్యచ్ఛేదం నీరు మార్పులేని దారలో వెలికి వస్తుంది.

గాజు గొట్టం చివరతో సమానంగా ఉన్న B అనే రంధ్రాన్ని తెరిస్తే, నీటివేగం ఎలాగుంటుంది.? ఆశ్చర్యమేమిటంటే నీరు బయటకు రానేరాదు. అందుకు B రంధ్రం కూడా చాలా సన్నదిగా ఉండాలనుకోండి. లేకుంటే రంధ్రం మందంగల నీటి పొర ఒత్తిడితోనే నీరంతా బయటకు వస్తుంది. రంధ్రం చిన్నదయిన సందర్భంలో నీటిమీద, బయట ఉండే వాతావరణ పీడనం సమానంగా ఉంది గనుక నీరు బయటకు రాదు. ఇక A ని తెరిస్తే, నీరు బయటకు వచ్చేది పోయి, బయటగాలి లోపలికి పోతుంది. ఇలా జరగడానికి కారణం, పాత్రలోని ఆ భాగంలో వాతావరణ పీడనం కన్నా ఒత్తిడి తక్కువగా ఉండడమే.

ఈ విచిత్రమయిన పాత్రను ప్రఖ్యాత భౌతిక శాస్త్రజ్ఞుడు మరియట్ కనుగొన్నాడు. అందుకే దీన్ని "మరియట్ పాత్ర" అంటారు.

గాలి బరువు

17వ శతాబ్దం మధ్యకాలంలో రేగిన్స్ బర్గ్ పౌరులు, తమ చక్రవర్తి, యువరాజుల సమక్షంలో ఒక విచిత్రాన్ని చూచారు. ఒక దానికొకటి జతపరచిన రాగి అర్ధగోళాలను, అటు ఎనిమిది, ఇటు ఎనిమిది గుర్రాలు తమ సత్తువ కొద్ది లాగి కూడా విడదీయలేక పోవడం వారు చూచారు. ఆ రాగి అర్ధగోళాలలో ఏముందంటే "ఏమీలేదు". ఏమీలేదంటే గాలి! గాలి అంటే ఏమీ లేకపోవడం కాదని, దానికి కూడా బరువుంటుందని, అది ఈ భూమిమీద ప్రతి వస్తువుమీద ఒత్తిడి కలగజేస్తుందని

అందరికీ చూపడానికె ఈ ప్రయోగం చేయబడింది. దాన్ని చేసిన వారు "జెర్మన్ గెలిలెయో"గా పేరుగాంచిన దుర్గాధిపతి 'ఓటో ఫన్ గెరికె'.

ఈ ప్రయోగం 1654, మే 8న పెద్ద సంబరంగా జరిగింది. ఆ కాలంలో యుద్ధాల కోలాహలం, రాజకీయపు ఒడిదుడుకులతో సమాజ పరిస్థితి అస్తవ్యస్తంగా ఉండేది. అయినా బుద్ధిశాలి అయిన నగరాధిపతి ఓటోఫన్ గెరికె తన పరిశోధనలలో ప్రజలకుకూడా ఆసక్తి కలిగేలా చేసేవాడు.

ఈ ప్రయోగం గురించి ప్రతి భౌతికశాస్త్ర పాఠ్యపుస్తకంలోనూ రాసి ఉంటుంది. అయినా గెరికే తను స్వయంగా చేసిన వర్ణన చదవడానికి మీరిష్ట పడతారనుకుంటాను. ఆయన చేసిన ఎన్నెన్నో ప్రయోగాల వివరాలతో లాటిన్ భాషలో రాసిన లావుపాటి గ్రంథం ఒకటి 1672లో ఆమ్‌స్టర్‌డాంలో అచ్చయింది. అప్పట్లో అలవాటులాగే ఆ పుస్తకానికి చాంతాడంత పేరుంది. అది ఇలా ఉంటుంది.

ఓటో ఫన్ గెరికె
గాలిలేని శూన్యంతో
కొత్తవనిపించుకుంటున్న మాగ్డబర్గ్ ప్రయోగాలు
తొలిసారిగా వర్ణించినవారు కాస్పర్‌షాట్
వుర్జ్‌బర్గ్ విశ్వవిద్యాలయంలో గణితాచార్యులు.
అదనపు వివరాలతో, మరికొన్ని ప్రయోగములను చేర్చి
రచయితే అచ్చువేసినది.

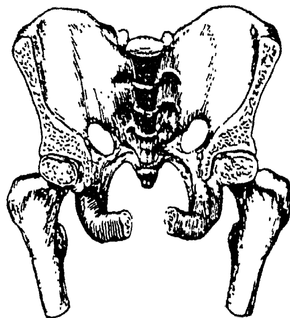
మనం అనుకుంటున్న ప్రయోగం ఇందులోని 23వ అధ్యాయంలో వర్ణించబడింది. "గాలి ఒత్తిడి రెండు అర్ధగోళాలను, 16 గుర్రాలు కూడా లాగి విడదీయలేనంతగా అతికించి ఉంచుతుందని నిరూపించడానికి ఒకప్రయోగం."

"మాగ్డబర్గ్ ఎల్ (550 మి.మీ) లలో ముప్పావు వ్యాసం ఉండే విధంగా రెండు రాగి అర్ధగోళాలను తయారుచేయమని చెప్పాను. అయితే అవి ఎల్‌లో 67 శాతం మాత్రమే వచ్చాయి. అవసరమయినదాన్ని అవసరమయినంత కొలతలతో చేయలేకపోవడం పనివారికి అలవాటు కదా! అయితే రెండు అర్ధగోళాలు సరిగ్గా ఒకదాన్ని మరొకటి పోలి ఉన్నాయి. లోపలి గాలిని బయటకు తీసి, బయటిగాలి లోపలికి పోకుండా చూడడానికి, ఒక దాంట్లో మార్గం ఏర్పాటుచేసి ఉంది. గుర్రాలకు కట్టిన తాళ్లను బిగించడానికి ఒక్కొక్క అర్ధగోళానికి నాలుగు రింగులుకూడా ఉన్నాయి. నేనొక చర్మపు రింగును కూడా తయారుచేయించాను. దాన్ని నేను మైనం, టర్పెంటయిన్ల మిశ్రమంలో నాన్చి, రెండు అర్ధగోళాల మధ్యన ఉంచాను. అవి బిగుసుకున్నప్పుడు లోపలికి గాలి చొరబడకుండా, ఈ రింగు అడ్డుకుంటుంది. ఒక పంపును అర్ధగోళంలోని గాలిమార్గానికి జతచేసి, లోపలి గాలిని తీసివేశాము అప్పుడు చర్మపు రింగు ద్వారా రెండు అర్ధగోళాలు ఎంత బలంగా ఒకదానికొకటి అతుక్కుపోయాయో తెలియవచ్చింది. బయటి గాలి, ఆ రెంటినీ ఎంతగా కరుచుకుపోయేలా చేసిందంటే, పదహారు గుర్రాలు కలిసి వాటిని విడదీయలేకపోయాయి. అవి చాలా కష్టపడిన మీదటగాని అర్ధగోళాలు విడిపోలేదు. గుర్రాలు బాగా లాగిన తర్వాత ఆ

అర్ధగోళాలు విడిపోయినప్పుడు, తుపాకీ పేలినట్లు పెద్దశబ్దం వచ్చింది. మార్గాన్ని విప్పి లోపలికి గాలి పోయేటట్లుచేస్తే, అర్ధగోళాన్ని, సులభంగా చేతులతో పట్టి విడదీయ వచ్చు".

కొంచెం లెక్కవేస్తే ఆ అర్ధ గోళాలను విడదీయడానికి రెండువేపులా రెండు ఎనిమిదుల గుర్రాలు పట్టిలాగవలసిన అవసరం ఎందుకు కలిగిందో తెలుస్తుంది. గాలి ఒత్తిడి ప్రతి చదరపు సెంటిమీటరు మీద ఇంచుమించు కిలోగ్రాము ఉంటుంది. 0.67 ఎల్ అంటే 37 సెంటీమీటర్ల వ్యాసంగల వృత్తపు వైశాల్యం 1,060 చదరపు సెంటిమీటర్లుంటుంది. (ఇక్కడ మనం గోళంయొక్క ఉపరితల వైశాల్యంగాక, వృత్తం యొక్క వైశాల్యాన్ని లెక్కలోకి తీసుకుంటున్నాము. ఇందుకు కారణం, వాతావరణ పీడనం, వంపు దిరిగిన తలాలమీద తక్కువగాఉండి, ఒక తలంమీద లంబకోణంలో పనిచేసినపుడే సూచించిన విలువకు సమంకావడం కాబట్టి అర్ధగోళాల మీద పనిచేసే వాతావరణ పీడనం 1000 కి.గ్రా.లకు ఎక్కువగా ఉంటుంది. బయటి గాలి పీడనాన్ని,శూన్యం చేయడం కోసం గుర్రాలు ఒక టన్ను బలంతో లాగవలసివచ్చింది.

అయితే, అన్ని గుర్రాలకు ఒక టన్ను బరువు ఏమంత ఎక్కువ కాదనిపిస్తుంది. కానీ, గుర్రాలు ఒక టన్ను బరువును లాగినపుడు, అది ఎదుర్కోవలసింది ఒకటన్ను కన్నా తక్కువ బలమేనని కూడా గమనించండి. ఈ బలం, రహదారిమీదనయితే, చక్రాలు, ఇరుసులమధ్యన గర్షణ, గుర్రాలు దారిమధ్యన ఘర్షణ రూపంలో కేవలం లాగుతున్న బరువులో 5 శాతమే ఉంటుంది. ఒక టన్ను బరువులో అది 50 కిలోలన్నమాట (ఎనిమిది గుర్రాలు కలిసి లాగినపుడు,వాటి బలంలో సగం వ్యర్థమవుతుందనేది మరో సంగతి!) మొత్తానికి 8 గుర్రాలకు కలిసి ఒక టన్ను బరువంటే, 20 టన్నుల బరువుగల బండికి సమానం. గెరికె వాడిన గుర్రాలు అంత బరువును లాగవలసి వచ్చింది. ఒక చిన్నపాటి రైలుబండి, అదికూడా పట్టాలమీద లేనిదాన్ని లాగినంత పనయిందన్న మాట.



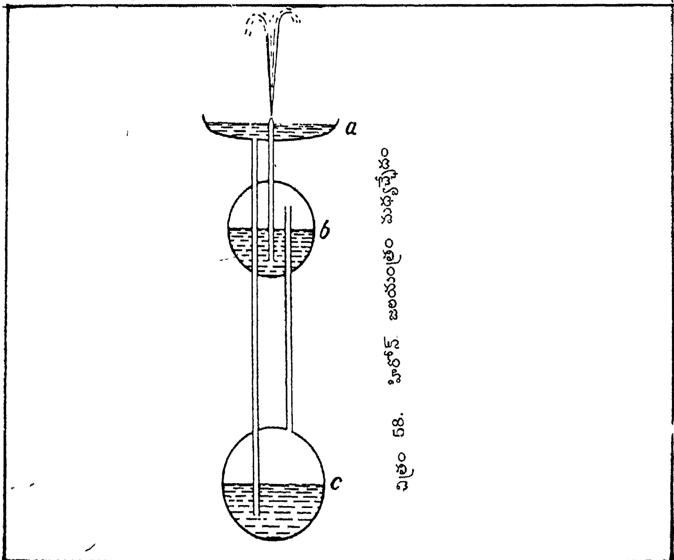
చిత్రం 57. మాగ్డిబర్గ్ అర్ధగోళాలలాగే మానవ కూపకం (కటి) కూడా వాతావరణపు పీడనం ఫలితంగా చేరుకుని ఉంటుంది.

బండి గుర్రం గంటకు నాలుగు కిలోమీటర్లవేగంతో నడుస్తున్నప్పుడు 80 కి.గ్రా.లకు సమానమయిన లాగుడుశక్తిని ఉపయోగించగలుగుతుంది. తన శరీరం బరువులో 15 శాతం ఉండే శక్తిని అది లాగడానికి ప్రయోగించగలదు. రేసు గుర్రం 400 కిలోల బరువుంటే బండి గుర్రం 750 కిలోలుంటుంది. మొదట్లో బండిని కదిలించేటప్పుడు, కొన్నిక్షణాలపాటు, వాడే బలం బాగా ఎక్కువగా ఉంటుంది. కాబట్టి మాగ్డబర్గ్ అర్ధగోళాలను సులభంగా విడదీయాలంటే ఒక్కొక్కవేపు 1000:80= 13 గుర్రాలు అవసరం.

మన అస్థిపంజరంలోని కొన్ని ఎముకలు కూడా కేవలం ఈ కారణంగానే అతుక్కొని ఉంటాయని చెపితే మీకు ఆశ్చర్యం కలగవచ్చు. మన కటివలయం మాగ్డబర్గ్ అర్ధగోళాలకు ఒక మంచి ఉదాహరణ. దానికి అంటుకుని ఉన్న కండరాలను, పూర్తిగా తొలగించినా సరే, దాని రెండుభాగాలు విడిపోవు. అది కేవలం వాతావరణ పీడనం వల్లనే జరుగుతుంది. రెండు భాగాలు అతికినచోట లోపల ఉండే ఖాళీలలో గాలిలేదు మరి!

హెరోన్ జలయంత్రానికి మార్పులు.

ప్రాచీన గణితజ్ఞుడు "హెరోన్ ఆఫ్ అలెగ్జాండ్రియా" తయారుచేశాడంటున్న జలయంత్రం ఎలాగుంటుందో మీకు తెలుసనుకుంటాను. అందులో వచ్చిన మార్పులను గురించి చెప్పేముందు అసలు రూపం గురించి కూడా చెప్పడం మంచిదనుకుంటాను. హెరన్ యొక్క ఫౌంటేన్ మూడు పాత్రలుంటాయి. పైనుండే పాత్ర a పళ్లెం



చిత్రం 58. హిరోన్ జలయంత్రం మధ్యచ్ఛేదం

లాగుంటుంది. మిగతా రెండు (b,c) గోళాకారం గలవి. చిత్రంలో చూపినట్లు ఆ మూడింటినీ కలుపుతూ గొట్టాలుంటాయి. a పాత్రలో కొంచెం నీరున్నప్పుడు ఈ జలయంత్రం పనిచేయడం ప్రారంభిస్తుంది. అప్పుడు bలో నిండుగా నీరు, C పూర్తిగా ఖాళీగా ఉండాలి. a పాత్రలోనీరు గొట్టంగుండా C లోకి ప్రవేశించి, గాలిని b లోనికి తోస్తుంది. b లోని నీటిమీద ఒత్తిడి పెరగడంతో అది గొట్టం ద్వారా పైకి చిమ్మి a లో పడుతుంది. b లో నీరు పూర్తిగా అయిపోయేదాకా ఈ ఫౌంటెన్ నీటిని వెదజల్లుతుంది. హెరోన్ కాలంలో ఫౌంటెన్ పనిచేసిన తీరు అది!

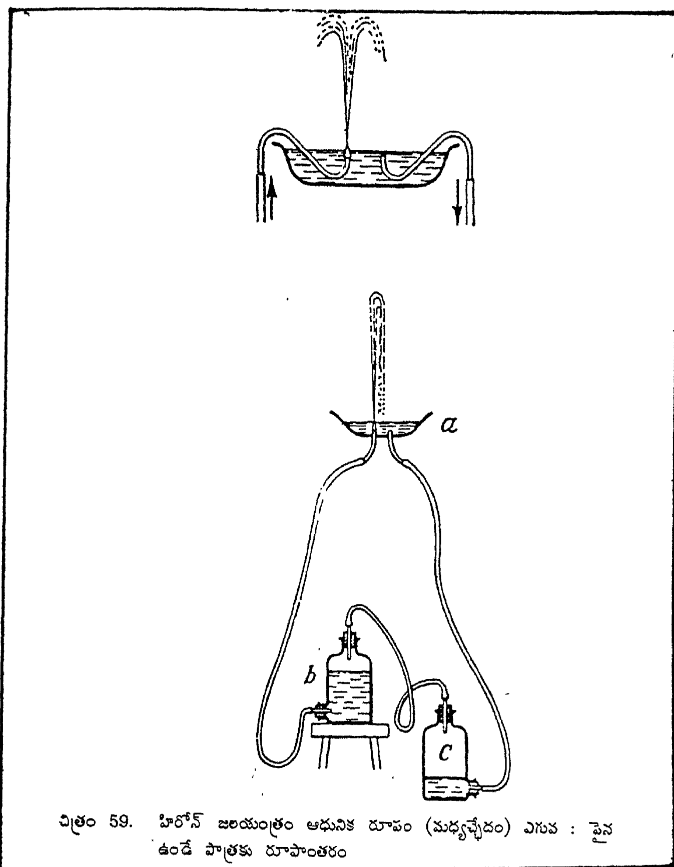
ఇటీవలికాలంలో ఒక ఫిజిక్సు మాస్టరుగారు, తమ పరిశోధనశాలలో పరికరాలు కావలసినంతగా లేకపోవడంతో తన తెలివిని ఉపయోగించి ఈ ఫౌంటెన్‌లో కొన్ని మార్పులు చేశాడు. ఆయన పద్ధతిలో ఎవరయినా దాన్ని తయారుచేయవచ్చు. గాజు గోళాలకు బదులు గాజు జాడీలను, గాజు గొట్టాలకు బదులు రబ్బరు గొట్టాలను ఆయన వాడుకున్నాడు. పై నుండే పాత్రలో అడుగున రంధ్రం అవసరంలేదు. గొట్టాలను బొమ్మలో చూపినట్లు వేలాడించవచ్చు.

ఈ అమరికను వాడుకోవడం ఎంతో సులభం. b లోని నీరు a ద్వారా పూర్తిగా c లోకి చేరిన తర్వాత, సులభంగా b,c ల స్థానాలు మార్చితే ఫౌంటెన్ పనిచేయడం నడుస్తూనే ఉంటుంది. అయితే నాజిల్‌ను మాత్రం అనువుగా మార్చడం మర్చిపోకూడదు. మనం పాత్రలను ఇష్టప్రకారం మార్చి వాటి ఎత్తులను బట్టి నీరు పైకి ఎగజిమ్మే ఎత్తులో వచ్చే మార్పులను గమనించవచ్చు. ఈ కొత్త పద్ధతిలో ఇదొక అదనపు సదుపాయం.

నీరు చిమ్మే ఎత్తును బాగా పెరిగేలా చేయాలంటే, మీరు చేయవలసిందల్లా పాత్రలలో గాలి నీరు బదులు, నీరు, పాదరసం నింపడమే. (చిత్రం 60)c లోంచి పాదరసం b లోకి జారుతున్నప్పుడు, నీటిని మహా వేగంగా పైకి ఎగదోస్తుంది. నీటికంటే పాదరసం 13.5 రెట్లు ఎక్కువ బరువని తెలిసింతర్వాత, నీరు ఎగజిమ్మే ఎత్తును సులభంగానే ఊహించవచ్చు. ఎత్తులను h_1, h_2, h_3, అని గుర్తించండి. పాదరసం c నుండి b లోకి ప్రవహించేలా చేసే శక్తులేమిటో గమనిద్దాం. (చిత్రం 60 గొట్టంలోని పాదరసం మీద రెండువేపులనుండి ఒత్తిడి పడుతుంది. ఒకటే h_2 కలిగించేది. అంటే పాదరస స్తంభాల ఎత్తులలోని భేదం, (ఇది నీటి స్తంభానికి 13.5 రెట్లు, అంటే 13.5 h_2) ఇంకా నీటి స్తంభం, కలగలిపి కలగజేసే పీడనమన్నమాట. ఇది కుడినుండి పడే ఒత్తిడి. ఎడమనుండి h_3 లోని నీటిస్తంభాల వల్ల కలిగే ఒత్తిడి పడుతుంది. ఫలితంగా పాదరసంమీద పడే ఒత్తిడి

13.5 $h_2 + h_1 - h_3$ అవుతుంది. $h_3 - h_1 = h_2$ గనుక,

13.5 $h_2 - h_2 = 12.5h_2$ అవుతుంది. కాబట్టి పాదరసం b పాత్రలోకి, h_2 ఎత్తుకు 12.5 రెట్లు ఎత్తయిన నీటిస్తంభానికి ఉండే ఒత్తిడితో ప్రవహిస్తుంది. అంటే కనీసం సిద్ధాంత పరంగానయినా సరే పైకెగజిమ్మే నీటి ఎత్తు, రెండు పాత్రలలో పాదరసాల ఎత్తులో భేదానికి పన్నెండున్నర రెట్లుండాలి. అయితే వాస్తవంలో,



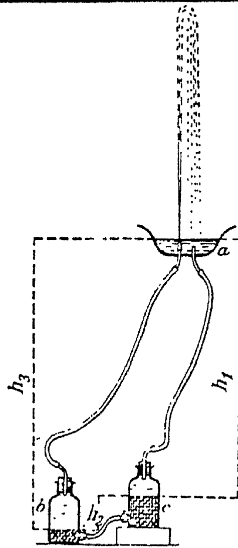
చిత్రం 59. హిరోన్ జలయంత్రం ఆధునిక రూపం (మధ్యచ్ఛేదం) ఎగువ : పైన ఉండే పాత్రకు రూపాంతరం

ఘర్షణవల్ల ఈ ఎత్తు కొంచెం తక్కువవుతుంది.

మొత్తానికి ఈ అమరికనువాడి, బాగా ఎత్తుకు నీటిని చిమ్మే ఫౌంటేన్‌ను తయారుచేయవచ్చు. 10 మీటర్ల ఎత్తుకు చిమ్మాలంటే పాత్రను ఒకదానికంటే మరొకటి ఒక మీటరు ఎత్తులో ఉండేటట్లు అమర్చితే చాలు. విచిత్రమేమిటంటే a పాత్రను, పాదరసం పాత్రనుండి ఎంత ఎత్తులో అమర్చినా నీరు ఎగిరే ఎత్తులో భేదం ఉండదు.

తడపకండి

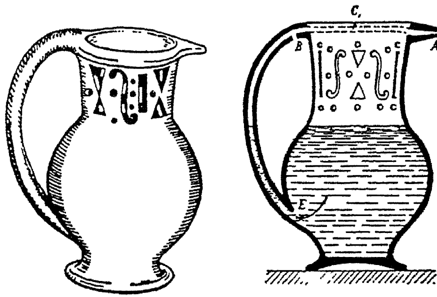
17, 18 శతాబ్దాలలో రాజవంశీకులు ఒక విచిత్రమయిన ఆటవస్తువుతో సరదాగా



చిత్రం 60. పాదరస పీడనవల్ల పనిచేసే జలయంత్రం యొక్క మధ్యచ్ఛేదం పాదరసపు మట్టాలలో గల వ్యత్యాసానికి పదింతలు ఎత్తుగా నీరు పైకి లేస్తుంది.

ఆడుకునేవారు. ఇదొక మగ్ లేదా చెంబు ఆకారంలో ఉండేపాత్ర. దాని మెడ దగ్గర అందమయిన ఆకారాల్లో రంధ్రాలుంటాయి. (చిత్రం 61). ధనికులు తమ యింటికి వచ్చిన తక్కువ రకం వారికి ఈపాత్రతో మధువునిచ్చి, వారి కష్టాలను చూచి నవ్వుకునేవారు. ఇంతకూ ఆ పాత్రలోంచి తాగేదెట్లా? దాన్ని ఒంపితే అంతా మెడలోని రంధ్రాల ద్వారా ఒలికిపోతుంది. చుక్కకూడా నోట్లోకిరాదు.

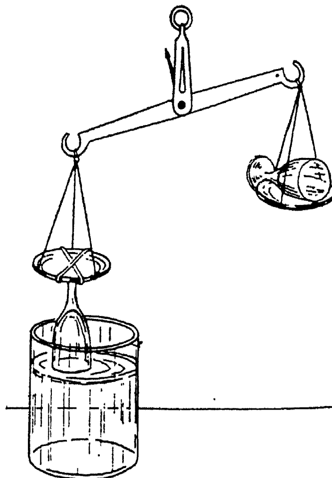
రహస్యం తెలిసినవారు మాత్రం, చిత్రం 61లో కుడివైపున చూపిన వివరాల్లోని B రంధ్రాన్ని వేలితో మూసి ఉంచి, పాత్రను వంచనవసరం లేకుండా Aను నోట్లో పెట్టుకుని పీల్చేవారు. ఈ రకంగా మధ్యం E గుండా గొట్టంలోకి వచ్చి హేండిల్ గుండాను, పై అంచులోని గొట్టం గుండాను ప్రవహించి, A ద్వారా నోట్లోకి వస్తుంది. ఇటువంటి వింత పాత్రలను రష్యాలో ఈ నాటికీ తయారుచేస్తారు. నేను కూడా అటువంటి వాటిని కొన్నింటిని స్వయంగా చూచాను. “తాగు, కాని తడుపుకోవద్దు” అని వాటిమీద రాసి ఉంటుంది.



చిత్రం 61. 'తడవ వద్దు" 18వ శతాబ్ది పాన పాత్ర దాని రహస్యం.

తలక్రిందులయిన గ్లాసులో నీరు ఎంత బరువుంటుంది?

తలక్రిందులయిన గ్లాసులో నీరు ఉండనే ఉండదు. పడిపోతుంది కదా! ఇక దానికి బరువేమిటని మీరంటారేమో. తలక్రిందులు గ్లాసులో కూడా నీరుండేలా చేయవచ్చు. అదెలాగో చిత్రం 62 లో చూడండి. తక్కెడలో ఒక పళ్ళానికి అడుగున

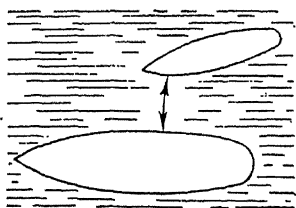


చిత్రం 62. తలకిందులుగా ఉన్న గ్లాసులో నీటి బరువు తూచడం.

కట్టిన గ్లాసు నీటితో నిండి ఉంది. ఆ నీరు పడిపోదుకూడా. గ్లాసు, నీటితో నిండిన పాత్రలో ఉంది. తక్కెడ ఇంకో పళ్లెంలో అటువంటిదే మరోగ్లాసు ఖాళీది పెట్టబడి ఉంది. ఈ రెంటిలో దేని బరువు ఎక్కువ? నీటితో నిండి ఉన్న గ్లాసు కట్టిన పళ్లెం బరువు ఎక్కువగా ఉండడం గమనించే ఉంటారు. పైనుంచి వాతావరణ పీడనం పనిచేస్తుండగా, దాని కింద మాత్రం ఆ పీడనం, గ్లాసులోని నీటి బరువుకు సమానమయినంతమేరకు తగ్గింది. తక్కెడ సరితూగాలంటే, ఇంకోపళ్లెంలోని గ్లాసులో కూడా నీరు నింపాలి. అంటే గ్లాసు తలకిందులుగా ఉన్నా, నిటారుగా ఉన్నా, వాటిలోని నీటి బరువులో తేడాలేదన్నమాట!

ఓడలు ఒకదాన్ని మరొకటి ఎందుకు ఆకర్షించుకుంటాయి ?

అది 1912లో హేమంత రుతువు. అలనాటి ఓడల్లో కెల్లా పెద్దవాటిలో ఒకటి ఒలింపిక్ సముద్రం మీద ప్రయాణిస్తున్నది. హాక్ అనే మరో నౌక, ఒలింపిక్ కన్నా చాలా చిన్నది, వేగంగా వచ్చింది. రెండూ సమాంతరంగా నడవసాగాయి. కొంతసేపటికి వాటి స్థానాలు చిత్రం 63 లో చూపినట్లు వచ్చాయి. అప్పుడొక ఆశ్చర్యకరమయిన సంఘటన జరిగింది. హాక్ ఉన్నట్లుండి తన మార్గంలోంచి పక్కకు తిరిగింది. ఎవరో ఆజ్ఞాపించినట్లు, పెద్ద ఓడవేపుకు మళ్లి, సరంగు ఎంత ప్రయత్నించినా లాభం లేకుండా వెళ్లి ఒలింపిక్‌కు గుద్దుకుంది. అది చాలా గట్టిగానే గుద్దుకుంది. ఒలింపిక్‌లో అది తగిలిన చోట పెద్ద గుంట పడింది. ఈ వింత సంఘటన గురించి న్యాయవిచారణ జరిపారు. హాక్‌ను దారిలోంచి తప్పుకోమని హెచ్చరించలేదనే పేరిట ఒలింపిక్ కెప్టెన్‌ను దోషిగా నిర్ణయించి శిక్ష విధించారు. విచారణ సంఘం వారికి ఆ సంఘటనలో కెప్టెన్ పొరపాటు కనిపించిందంతేగాని, మరే విచిత్రమూ కనబడలేదు. అయితే అలా ప్రమాదం జరగడానికి, ఎవరూ ఎదురుచూడని కారణం మరొకటి ఉంది. ఓడలు రెండూ ఒకదాన్ని మరొకటి ఆకర్షించుకున్నాయి.



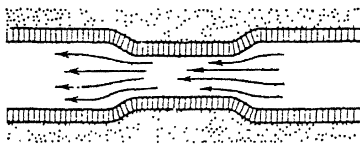
చిత్రం 63. ఢీ కొనే ముందు "ఒలింపిక్" "హాక్" నౌకలున్న స్థితి.

పక్కపక్కనే పోతున్న పడవల మధ్యన అంతకుముందు కూడా అలాగే జరిగి ఉంటుంది. అయితే ఓడలు చిన్నవిగా ఉంటే వాటిమధ్య ఆకర్షణ కూడా అంతగా

కనిపించేంత ఉండదు. ఇప్పటి పడవలు మాత్రం ఒక ఊరంత ఉంటాయి గనక ఆ ఆకర్షణ బాగా కనబడుతున్నది. యుద్ధనౌకలు నడిపేవారు ఈ విషయంలో జాగ్రత్తలు వహించేవారు కూడా. చిన్న చిన్న పడవలు పక్కనే నడుస్తున్న పెద్ద ఓడలకు కొట్టుకోవడం ఇందువల్లనే.

ఇంతకూ ఈ ఆకర్షణకు కారణం ఏమిటి? ఈ విషయానికి న్యూటన్ కనుగొన్న

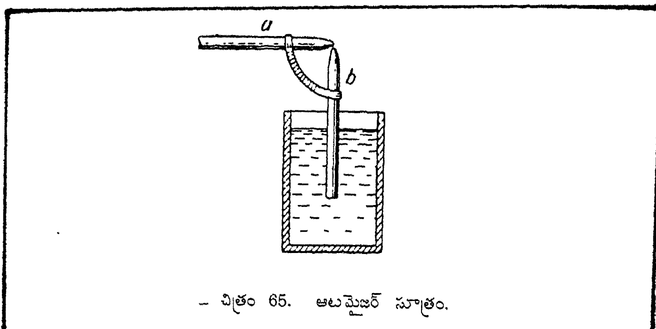
చిత్రం 64. సన్నగా వున్న కాలువ భాగంలో నీటి వేగం హెచ్చుగానూ, గట్లపై దాని పీడనం తక్కువగానూ ఉంటుంది.



గురుత్వాకర్షణ సిద్ధాంతానికి సంబంధం ఎంత మాత్రంలేదు. ఈ రకమయిన ఆకర్షణ చాలా తక్కువగా ఉంటుందని క్రిందటి అధ్యాయాల్లో తెలుసుకున్నాం. ఇక్కడి కారణం పూర్తిగా మరొకటి. గొట్టాలు, కాలువల్లో ప్రవహించే నీటికి సంబంధించిన కొన్ని సిద్ధాంతాల నుండి ఈ సంఘటనకు కారణాలు బయలుదేరాయి. గొట్టాలు, లేదా కాలువల్లో ప్రవహించే ద్రవాలు, వెడల్పు తక్కువగా నున్నప్పుడు ఎక్కువ వేగంతో, ప్రవహిస్తూగోడలమీద తక్కువ ఒత్తిడి కలిగిస్తాయని, కాలువ వెడల్పు ఎక్కువగా ఉండే సందర్భంలో వేగం తగ్గి, గోడలమీద ఒత్తిడి మాత్రం పెరుగుతుందని నిరూపించబడింది. దీన్ని బెర్నౌలీ సూత్రం అంటారు.

వాయువుల విషయంలో కూడా ఇలాగే జరుగుతుంది. అయితే ఈ విషయం కనుగొన్న మరో పరిశోధకుని పేర దాన్ని "క్లెమెంట్- డిసార్మెస్" ప్రభావం అంటారు. దీన్ని "వాయుచలనంలో విచిత్ర ధోరణి" అని కూడా అంటారు. ఈ విషయాన్ని ఒక విచిత్ర పరిస్థితిలో కనుగొన్నారని అంటుంటారు. ఫ్రాన్సులోని ఒక గనిలో, కార్మికుడొకనికి గనిలోకి పీడనంతో గాలిని పంపించే గొట్టం చివరను, ఒక చెక్కతో మూసేయమని చెప్పారట. గాలి బయటకు వచ్చే ఆ గొట్టాన్ని చెక్కతో మూయడం అతనికి గగనమయింది. అయితే ఉన్నట్లుండి చెక్కవెళ్ళి బలంగా గొట్టానికి కొట్టుకుంది. ఎంత గట్టిగా కొట్టుకుందంటే, చెక్క, గొట్టం మూతకన్నా పెద్దదిగాబట్టి సరిపోయింది. లేకుంటే, చెక్క, దానితోబాటు, ఆ కార్మికుడు కూడా గొట్టంలోకి పీల్చుకుపోయేవారు. గాలికి ఉండే ఈ ప్రత్యేక లక్షణం, నీటి తుంపరను వెదజల్లడానికి వాడే అపమైజర్‌లు పనిచేసే విధానాన్ని కూడా విశదీకరిస్తుంది.

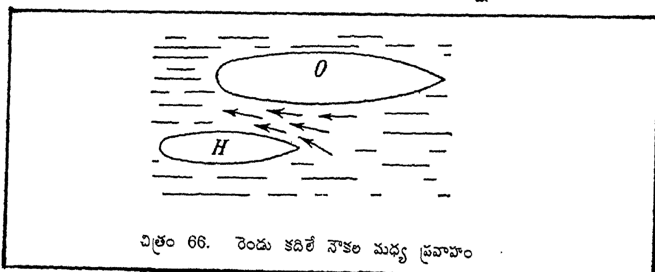
చిత్రం 65లో a అనే గొట్టంలోకి గాలి ఊదామనుకోండి. దాని చివరన కోసుగా, అంటే గొట్టం వెడల్పు తక్కువగా ఉంది గనుక, అందులో గాలి ఒత్తిడి తగ్గిపోతుంది. ఫలితంగా b అనే ద్వారంమీద గాలి ఒత్తిడి తక్కువవుతుంది. దానితో పాత్రలోని



- చిత్రం 65. ఆటమైజర్ సూత్రం.

ద్రవం గొట్టంద్వారా పైకి చిమ్ముతుంది. ఆ ద్రవం గొట్టంలోంచి బయటకు వచ్చేసరికి పక్కగొట్టంలోంచి వేగంగా గాలి వస్తుంటుంది గనక తుంపరగా మారుతుంది.

ఇప్పుడిక రెండు ఓడలెందుకు ఆకర్షించుకుంటాయో చూద్దాం. రెండు ఓడలు పక్కపక్కగా నడుస్తున్నాయంటే, వాటి మధ్యన ఒక నీటి కాలువ ఉన్నట్లేగదా! భేదం ఒకటే! మామూలు కాలువలో నీరు కదులుతుంది. గట్లు స్థిరంగా ఉంటాయి. ఇక్కడ మాత్రం నీరు అంతగా కదలదు. గట్లు అంటే ఓడల గోడలు మాత్రం కదులుతుంటాయి. ఈ భేదం వల్ల నీటిలో బలాలు పనిచేసే తీరుమాత్రం మారదు. కాలువ వెడల్పు తక్కువగా ఉన్నచోట గట్లమీద నీటి ఒత్తిడి తక్కువగా ఉంటుంది. అంటే ఓడల గోడలు, ఎదురెదురుగా దగ్గరకు ఉన్నచోట వాటిమీద ఒత్తిడి తక్కువగా ఉండి, వెలుపలి గోడలమీద ఎక్కువ ఒత్తిడి ఉంటుంది. అటువంటప్పుడు ఏం జరుగుతుంది.? వెలుపలి వైపులనుండి ఒత్తిడి ఎక్కువయినకొద్దీ ఓడలు ఒకదానివేపు మరొకటి తోసినట్లవుతుంది. అందులో ఒక పడవ చిన్నదయేసరికి అది ఎక్కువ వేగంతో కదులుతుంది. పెద్దఓడ, దానితో పోలిస్తే,కదిలినట్లు కనిపించదు. అందుకే చిన్నపడవ, పెద్దఓడ పక్కన నడిచినపుడు, అమితంగా ఆకర్షించబడుతుంది.



చిత్రం 66. రెండు కదిలే నౌకల మధ్య ప్రవాహం

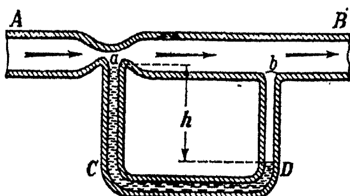
చివరకు తేలిందేమిటంటే, మధ్యలో ప్రవహించేనీరు పీల్చినందువల్లనే, రెండు ఓడలు ఒకదానివైపుమరొకటి ఆకర్షితమవుతాయి. సుడిగుండాల్లో, వేగవాహినుల్లో

చిక్కుకునే స్నానంచేసే వారు, ఈ కారణంగానే ప్రమాదానికి లోనవుతుంటారు. సెకండుకు ఒక మీటరు చొప్పున మామూలుగా ప్రవహించే నీటిలో ఒక మనిషిమీద 30 కిలోల బలం ప్రయోగింపబడుతుందని లెక్కవేశారు. ఇటువంటి బలాన్ని ముఖ్యంగా నీటిలో ఉండి, ఎదుర్కోవడం మామూలు మాటేమి కాదు. నీటిలో మనిషి బరువే, మనిషిని నిలదొక్కుకోకుండా చేస్తుంది. వేగంగా పరుగెత్తే రైలు, పక్కనుండే వస్తువులను పీల్చినట్లే యిది కూడా బెర్నొలీ సూత్రం ఆధారంగానే జరుగుతుంది. గంటకు 50 కిలోమీటర్ల వేగంతో పరుగెత్తే రైలు, పక్కన నిలబడిన వ్యక్తిని సుమారు 8 కిలోల బరువుతో ఆకర్షిస్తుంది.

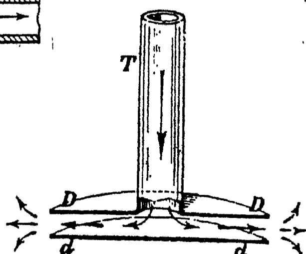
బెర్నొలీ సూత్రం గురించి అందరికీ అంతగా తెలిసి ఉండదు. దాని ప్రభావంమాత్రం కనబడుతూనే ఉంటుంది. అందుకే ఈ విషయం గురించి ఇంకొంచెం వివరాలు చెప్పుకోవడం మంచిది. పాపులర్ సైన్స్ పత్రికకోసం, ఈ అంశం గురించి రాసిన ఒక వ్యాసంలోంచి కొన్ని భాగాలు ఇప్పుడు చూద్దాం.

బెర్నొలీ సూత్రం - దాని ప్రభావాలు

బెర్నొలీ తొలిసారిగా 1726లో ప్రతిపాదించిన సూత్రం ఇది: గాలి లేదా నీరు ప్రవహిస్తున్నప్పుడు, వేగం తక్కువగా ఉంటే ఒత్తిడి పెరుగుతుంది., వేగం ఎక్కువగా ఉంటే ఒత్తిడి తగ్గుతుంది. ఇందులో కొన్ని వివరాలున్నాయిగానీ, అవన్నీ ఇక్కడ అవసరంలేదు. ఈ సూత్రాన్ని 67 వ చిత్రంలో వివరంగా చూడవచ్చు. గాలిని AB గొట్టంద్వారా లోపలికి ఊదుతాం. గొట్టం సన్నబడిన a దగ్గర గాలివేగం పెరుగుతుంది.



చిత్రం 67. బెర్నొలీ సూత్ర వివరణ. ఎ బి అనే గొట్టంలో ఎ అనే నొక్కు వద్ద ఉండే పీడనం వెడల్పయిన భాగంలో బి వద్ద వుంటే దానికన్నా తక్కువ.

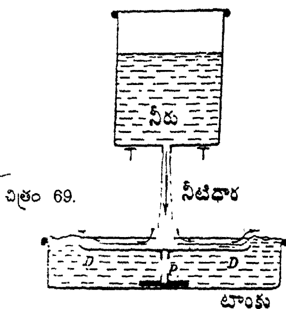


చిత్రం 68. డిస్కులతో ప్రయోగం.

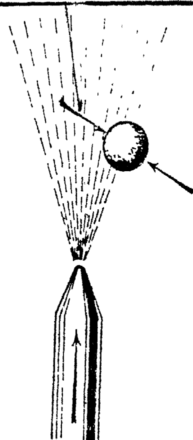
వెడల్పుగా ఉండేభాగం b లో తగ్గుతుంది. వేగం ఎక్కువగా ఉండేచోట ఒత్తిడి తక్కువ. అందుకే a దగ్గర C అనే గొట్టంలోని నీరు పైకి కదులుతుంది. అదే, B దగ్గర ఒత్తిడి ఎక్కువగా ఉండడంతో D లోని నీరు క్రిందకు అదమబడుతుంది.

అలాగే చిత్రం 68 లో T అనే గొట్టాన్ని DD అనే డిస్కుమీద అమర్చి ఉంచారు గాలి TT గుండా ఊదబడి, గొట్టానికి అతకకుండా విడిగా ఉండే డిస్కు dd మీదుగా పోతుంది. (ఈ ప్రయోగం సులభంగా చేయడానికి ఖాళీ అయిన దారం గిలక, ఒక పేపరుతో చేసిన వృత్తాకారం తీసుకుంటే సరి. ఒక పిన్నును గిలకలోకి

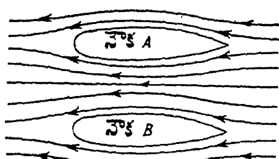
డి డి అన్న డిస్కుపైన నీటి ధార పడినప్పుడు ఆ డిస్కు పి అన్నదండం వెంబడి పైకి లేస్తుంది.

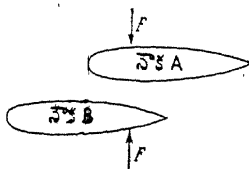


చిత్రం 69.



చిత్రం 70.
గాలిజెట్ కారణంగా బంతి గాలిలో తేలి ఉంటుంది.





చిత్రం 71. పక్కపక్కగా కదిలే నౌకలు పరస్పరాకర్షణ పొందుతాయి.

చిత్రం 72. నౌకలు ముందుకు కదిలినప్పుడు నౌక B "ముఖం" నౌక A వేపు తిరుగుతుంది.

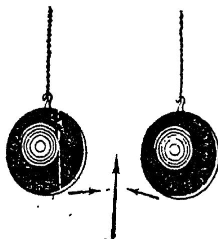
గుచ్చి కాయితాన్ని తనచోట్లో ఉండేట్లు చేయవచ్చు.) రెండు కాగితం బిళ్లలమధ్యన గాలివేగం బాగా ఎక్కువగా ఉంటుంది. అది వెలుపలి అంచులకు చేరినకొద్దీ తగ్గుతుంది. గాలి ప్రవాహం పెరుగుతుంది కాని రెండు కాగితాల మధ్యన గాలిలో ఏర్పడే జడత్వాన్ని అధిగమించాల్సి ఉంటుంది. అయితే కాగితం చుట్టు అంచులమీద గాలి కలిగించే ఒత్తిడి ఎక్కువగా ఉంటుంది. బయటిగాలి అంతకన్నా ఎక్కువ ఒత్తిడిని కలిగిస్తుంది. అందుకని క్రింది కాగితం వచ్చి పై కాగితాన్ని అంటుకుంటుంది. గొట్టంలోంచి గాలి ఎంతగట్టిగా ఊదితే, అంత గట్టిగా కాగితాలు అతుక్కుంటాయి.

చిత్రం 69 కూడా చిత్రం 68 లాంటిదే. అయితే ఇందులో వాడబడింది నీరు. DD బిళ్లమీద నుండి వేగంగా కదిలేనీరు తక్కువ ఒత్తిడిని కలగజేస్తుంది. అందుకని అది తక్కువగా ఉండి, బిళ్ళను వదిలి, అంచులను దాటినపుడు మాత్రమే వెలుపలి ప్రశాంతమయిన నీటికన్నా ఎత్తుకు లేస్తుంది. బిళ్లయొక్క పైతలంమీద కదిలేనీటికన్నా కదలని నీరే ఎక్కువ ఒత్తిడి కలుగజేస్తుంది. అందుకే బిళ్లపైకి కదులుతుంది. (దాన్ని స్థానంలో పట్టి ఉంచడానికి P అనే కడ్డీ వాడబడింది.)

గాలితరగలో చిక్కుకుని ఎగురుతున్న బెండుబంతి నొకదాన్ని చిత్రం 70లో చూడవచ్చు. గాలి బంతిని పైకి తన్నుతూ పడకుండా ఉంచుతుంది. ఈలోగా బంతిగనక పక్కకు కదిలితే, బయటిగాలి కదలకుండా ఉండి, లేదా తక్కువగా కదులుతూ ఉండడంతో దాని ఒత్తిడి ఎక్కువ గనుక, దాన్ని లోపలికి నెడుతుంది. అలా బంతిగాలిలోనే ఎగురుతుంది.

చిత్రం 71లో, ప్రశాంత జలాల్లో పక్కపక్కనే కదులుతున్న రెండు ఓడల రేఖాచిత్రం ఉంది. అది ప్రవహించే నీటిలో కదలక నిలుచున్న ఓడలనుకున్నా భేదంలేదు. ఈ రెండు ఓడల మధ్యన కదిలే నీటివేగం, ఓడల వెలుపలి దిక్కున ఉండే నీటివేగం కన్నా ఎక్కువ. అందుకని మధ్యలో అంటే ఎదురెదురు గోడలమీద ఒత్తిడి తక్కువ. వెలుపల మాత్రం ఎక్కువ. ఇలా బయటనుండి ఒత్తిడి పడడంవల్లనే ఈ ఓడలు రెండూ ఒకదానికొకటి చేరువయి కొట్టుకుంటాయి. ఈ సంగతి సముద్రయాత్రికులకు బాగా తెలుసు.

చిత్రం 73. తేలికైన ఈ బంతుల మధ్యగా గాలిని ఊదితే రెండు బంతులూ ఒకదానికొకటి తగులుతాయి.



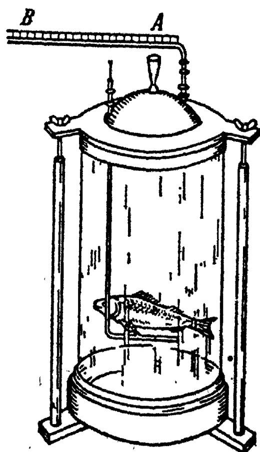
ఇక చిత్రం 72లో మరింత ఆసక్తికరమయిన పరిస్థితి కనబడుతుంది. ఇందులో ఒక ఓడ రెండవదానికన్నా కొంచెం ముందుకు కదిలిఉంది. రెండు ఓడలను ఒకచోటికి చేర్చాలని నెడుతున్న బలాలు F,F లు వాటిని మళ్లించ ప్రయత్నిస్తాయి. అప్పుడు B బలంగా A వేపుకు కదులుతుంది. ఆ కదలిక చాలా వేగంగా ఉంటుంది. గనక సరంగు ఏమీ చేయలేడు. ఓడలు గుద్దుకోక తప్పదు.

చిత్రం 71లో చూపబడిన విషయాన్నే సులభంగా మరొక రకంగా చేసి చూడవచ్చు. చిత్రం 73లో చూపినట్లు రెండు తేలికయిన రబ్బరు బంతులను పక్కపక్కనే వేలాడదీసి వాటిమధ్యలో గట్టిగా ఊదాలి. అప్పుడు అవి రెండూ ఒకదానికొకటి వచ్చి తగులుతాయి.

చేపలకు తిత్తులెందుకు ?

చేపలకు తిత్తులు ఏ రకంగా సాయపడతాయి? సాధారణంగా అందరూ అనుకునేది ఆ తిత్తులను పెద్దవిగా చేయడంద్వారా, అంటే గాలి నింపుకొనడం ద్వారా చేప పైకితేలడం సులువవుతుందని. ఇది సమంజసమేననిపిస్తుంది. తిత్తి పెరగడంతో శరీర పరిమాణం పెరుగుతుంది. అప్పుడు చేప బరువుకన్నా, చేప ఆక్రమించిన ప్రదేశంనుండి పక్కకు తొలగిన నీటి బరువు ఎక్కువవుతుంది. అప్పుడు ప్లవన సూత్రంవల్ల చేప పైకి ఎగిసిపోతుంది. చేప నీటిలో పైకిరావడం ఆపాలనుకున్నా, లేక కిందకు దిగాలనుకున్నా, అది తన తిత్తిని చిన్నదిగా చేస్తుందని, తద్వారా దాని

చిత్రం 74. చేపతో ప్రయోగం



శరీర పరిమాణం తగ్గిపోతుందని, సాధారణంగా అనుకుంటారు. అలా జరిగినప్పుడు, చేప శరీరం తొలగించిన నీటి బరువు తగ్గుతుంది. ఆర్కిమిడిస్ సూత్రం ప్రకారం చేప అప్పుడు క్రిందకు పోతుంది.

చేప తిత్తుల విషయంలో ఈ రకమయిన తప్పుడు అవగాహన 17వ శతాబ్దినాటినుంచి ఉంది. 1675లో ఫ్లొరెంటైన్ అకాడమీలోని ప్రొఫెసర్ బొరెల్లి దీన్ని సూచించాడు. 200 సంవత్సరాలపాటు అందరూ దీన్ని అనుమానించకుండా అంగీకరించారు. స్కూలు పుస్తకాల్లోకూడా రాసుకున్నారు. అయితే ఇటీవలి పరిశోధనల్లో ఇది పూర్తిగా తప్పని తెలిసింది.

తిత్తులు చేపలకు ఈదడంలో సాయంచేస్తాయనడంలో మాత్రం సందేహంలేదు. తిత్తులు తొలగించిన చేపలను నీటిలో వదిలినపుడు, అవి తేలి ఉండడం కోసం, తను రెక్కలను చాలాబలంగా ఆడించవలసి వచ్చింది. ఆ కదలిక తగ్గిన మరుక్షణం చేపలు నీటిలో మునిగిపోయాయి.

ఇంతకూ తిత్తుల వల్ల అసలు ఉపయోగం ఏమిటి? అవి చేసేపని చాలా చిన్నది మాత్రమే. అవి చేపలు ఒకానొక లోతులో నిలబడడానికి సాయపడతాయి. ఎక్కడయితే చేపల బరువు, అవి తొలగించిన నీటి బరువుకు సమానమవుతుందో, అక్కడ అవి నిశ్చలంగా నిలబడగలుగుతాయి. చేప, తన రెక్కలను కదిలిస్తూ నీటిలో లోతుకు దిగుతుంటే, చుట్టుండే నీటి ఒత్తిడివల్ల దాని శరీరం, తిత్తులతో సహా కుంచించుకుపోతుంది. అప్పుడు చేప తొలగించిన నీటి బరువు తగ్గుతుంది. ఇలా చేప శరీరాన్ని రాను రాను కుంచింపజేసి,అది ఎంతో సులభంగా మునగడానికి వీలు కలిగిస్తుంది.

సమతాస్థితిలో నిలబడ్డచోటినుండి, చేప పైనీటిలోకి తేలేటప్పుడు, ఇదే పద్ధతి వ్యతిరేకంగా జరుగుతుంది. ఇప్పుడు పైకి కదిలినకొద్దీ చేప శరీరంమీద నీటి ఒత్తిడి తగ్గుతుంది. అయితే శరీరం, తిత్తి పెరగడంతో మొత్తం శరీరపరిమాణం పెరుగుతుంది. అప్పుడది తొలగించిన నీటిబరువు ఎక్కువయి చేపపైకి తేలనారంభిస్తుంది. అది ఎంతపైకి తేలితే అంత సులభంగా పైకి లేస్తుంది. తిత్తిని కుంచింపజేయడం ద్వారా చేప ఈ పైకితేలడాన్ని ఆపడం, దానికి సాధ్యంకాదు. ఇందుకు తిత్తుల గోడలలో కండరాలుండాలి. నిజానికి తిత్తులలో అటువంటి కండరాలు లేవు.

చేప శరీర పరిమాణం తనంతతానే పెరుగుతుందనే సంగతిని ఈ క్రింది ప్రయోగం నిర్ధారణ చేస్తుంది. (చిత్రం 74). మత్తుమందిచ్చిన చేపనొకదాన్ని, గాలిచొరని నీటి జాడీలోని నీటిలో ఉంచారు. అందులో పీడనంపెంచి, సహజమయిన నీటిఘడుగుల్లో ఒక లోతులో ఉండే పరిస్థితిని కల్పించారు. చేపను ఆనీటి ఉపరితలానికి చేర్చితే, అది పొట్టపైకి తేలేట్టు నిశ్చలంగా తేలి ఉంది. దాన్ని కొంచెంగా లోపలికి తోస్తే, తిరిగి పైకి తేలివచ్చింది. కానీ నీటి అడుగు దిక్కుకు బాగా తోసినపుడుమాత్రం అది మునిగి అడుగుకు చేరుకుంది. ఈ రెండు లోతులకు మధ్యన ఒక చోట, అది కదలకుండా నీటిలో నిలబడిపోయింది. చేప తిత్తుల సంకోచవ్యాకోచాలు, అప్రయత్నంగా జరుగుతుందని, దానిమీద చేప ప్రమేయంలేదని ఇందాక చెప్పుకున్న

సంగతి జ్ఞప్తి చేసుకొంటే, ఇలాగెందుకు జరిగిందో అర్థమవుతుంది.

ఈ రకంగా తెలిసిందేమిటంటే, చేప తన తిత్తులను తన ఇష్టప్రకారం పెంచడం, కుంచింపచేయడం చేయజాలదు. తిత్తిపరిమాణం మారుతుంది గాని, అది దానంతటదే మారుతుంది. బాయల్ – మరియట్ సూత్రం ప్రకారం, బయటనుండి వచ్చే ఒత్తిడి పెరగడం తరగడమే ఇందుకు కారణం. ఈ మార్పు చేపను మరీ త్వరగా మునిగేట్టు, లేదా తేలేట్టు చేస్తుంది గనక, ఇది నిజానికి హానికరమే. చేప కదలకుండా ఉండేటప్పుడు, ఆ సమతాస్థితిని నిలబెట్టడానికి తిత్తి ఉపకరిస్తుంది. అయితే ఈ సమతాస్థితి కూడా నిశ్చలమయిందికాదు. ఈదడానికి సంబంధించినంతవరకు చేప తిత్తుల పాత్ర అంతే. దానివల్ల ఇతర రకాల ఉపయోగాలేవయినా ఉన్నాయేమో తెలియదు. ఇంకా ఈ తిత్తుల రహస్యం పూర్తిగా తెలియనట్టేలెక్క.

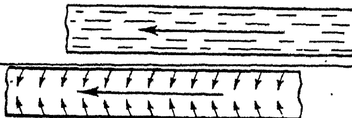
ఈ విషయాలను చేపలుపట్టేవారి అనుభవంకూడా ధృఢపరుస్తుంది. లోతునీటిలో పట్టుకున్న చేపలు గాలంనుండి, లేదా వలలోంచి అప్పుడప్పుడు తప్పించుకుంటాయి. అయితే అలా తప్పించుకున్న చేప, అందరూ అనుకున్నట్లు తిరిగి తన చోటికి లోతులోకి పోదు. అది తేలిపైకి చేరుకుంటుందని చాలా సందర్భాల్లో దాని తిత్తి ఉబ్బి నోట్లోంచి బయటకు వచ్చి ఉంటుంది.

అలలు, సుడులు

నిత్యజీవితంలో కనబడే చాలా భౌతిక చర్యలకు, భౌతికశాస్త్రంలోని మూల సూత్రాలలో వివరణలు దొరకవు. గాలి బాగా వీచేరోజున, సముద్రపు నీటితరగలవంటి మామూలు విషయానికికూడా, పుస్తకాలలో సరియయిన వివరణ కనబడదు. నిశ్చలంగా ఉన్న నీటిలో పడవ పోతుంటే, అలలెందుకు పుడతాయి? గాలిలో జెండాలు ఎందుకు రెపరెపలాడతాయి? సముద్రతీరంలోని ఇసుకలో అలలెందుకు ఏర్పడతాయి? పొగ గొట్టంలో నుంచి వెలువడిన పొగ ఎందుకు సుడులు తిరుగుతుంది?

ఈ ప్రశ్నలకు, ఇటువంటి మరి కొన్నింటికి జవాబు చెప్పాలంటే, ద్రవాలు, వాయువుల ప్రవాహంలో ఏర్పడే విచిత్రమయిన "సుడుల" గురించి తెలుసుకోవాలి. బడి పుస్తకాల్లో వీటి గురించి అంతగా రాయరు. అందుకే కొన్ని ముఖ్య విషయాలు ఇక్కడ చెప్పుకుందాం.

చిత్రం 75. గొట్టంలో సరళ ప్రవాహం (ప్రశాంత ప్రవాహం)



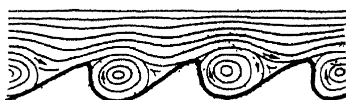
చిత్రం 76. గొట్టంలో కలత ప్రవాహం (సుడుల ప్రవాహం)

ఒక గొట్టంలో ప్రవహించే నీటిని ఊహించుకోండి. నీటిలోని అన్నికణాలు నేరుగా రుజుమార్గంలో కదులుతుంటే, అది అన్నింటికన్నా సులువయిన చలనం. దాన్ని భౌతికశాస్త్రజ్ఞులు 'రుజు చలనం' లేదా ప్రశాంత చలనం అంటారు. అయితే ఇది మామూలుగా జరిగేదికాదు. మామూలుగా గొట్టంలో ప్రవహించే నీరు గజిబిజిగా ఉంటుంది. గొట్టం గోడలనుంచి అలజడులు లోపలవేపుకు వస్తుంటాయి. దీన్ని సుడుల ప్రవాహం అంటారు. సన్నటి గొట్టాలలో రుజు చలనం ఉంటుందేమోగాని, నీటి సరఫరా గొట్టాలలో మాత్రం సుడులు తిరిగిన చలనమే ఉంటుంది. ఒక చుట్టుకొలతగల గొట్టంలో నీరు, ఒక ప్రత్యేకమయిన వేగాన్ని మించినప్పుడల్లా ఈ సుడిచలనం ఏర్పడుతుంది. ఈ వేగాన్ని 'అవధివేగం' అంటారు. (ద్రవాలయొక్క ఈ అవధివేగం, వాటి చిక్కదనం పెరిగిన కొద్దీ ఎక్కువవుతుంది. దాని సాంద్రత, ప్రవహించే గొట్టపు వ్యాసం పెరిగిన కొద్దీ తక్కువవుతుంది.)

ఇటువంటి సుడులు కనబడాలంటే, ఒక గాజుగొట్టంలో ప్రవహించే పారదర్శక మయిన ద్రవానికి, ఏదయిన రంగుపొడి, తేలికయినది కలిపి చూస్తే సరి! గొట్టం గోడలనుండి బయలుదేరి అక్షంవేపు పయనించే సుడులను సులభంగా చూడవచ్చు.

ఈ రకమయిన గజిబిజి చలనాన్ని, రెఫ్రిజిరేటర్లు, ఫ్రీజర్లలో సదుపాయంగా ఉపయోగించుకుంటారు. గొట్టం గోడలు చల్లబడి ఉన్నప్పుడు, అందులోని ద్రవం నేరుగా ప్రవహించేట్లయితే, అన్నికణాలు త్వరగా చల్లని గోడలకు తగలవు. అదే సుడుల చలనంలోనయితే, అన్ని కణాలు గోడలకు త్వరగా తగిలి చల్లదనాన్ని అందుకుంటాయి. ద్రవాలు స్వయంగా వేడిమిని అంతసులభంగా సరఫరా చేయవని, వేడిచేస్తున్న ద్రవాన్ని కలబెడుతుంటేగాని, అది త్వరగా వేడెక్కదని గుర్తుంచుకోవాలి. రక్తనాళాలలో రక్తంకూడా సుడులు తిరుగుతూ ప్రవహిస్తుంది గనకనే దానినుండి శరీరంలోకి కణజాలాలు, వేడిమిని, ఇతర పదార్థాలను అంతసులభంగా ఇచ్చిపుచ్చుకోగలుగుతాయి.

గొట్టాలలో ద్రవాల గురించి చెప్పిన ఈ విషయాలు కాలువలు, ప్రవాహంలోని నీటికి కూడా వర్తిస్తాయి. వాటిలో కూడా నీరు సుడులు తిరుగుతుంది. నదిలో ప్రవహించే నీటివేగాన్ని ఖచ్చితంగా కొలతవేయాలని ప్రయత్నిస్తే, అందులో హెచ్చుతగ్గులు కనబడుతుంటాయి. ముఖ్యంగా నది అడుగున, సుడులవల్ల నీటి దిశ తరుచు మారుతూ ఉండడంతో అక్కడ వేగంలో తరుచు మార్పులు కలుగుతుంటాయి. నదిలో నీరు మనం అనుకున్నట్లు కేవలం ప్రవాహం వెంటనే గాక, గట్లనుండి మధ్యలోకి కూడా కదులుతుంటుంది. నదిలో బాగా లోతుగా ఉండే చోట నీరు సంవత్సరమంతా 4° సెంటిగ్రేడులోనే చల్లగా ఉంటుందను కోవడం తప్పు.



చిత్రం 77. కలతవల్ల సముద్రతీరపు ఇసుకలో ఏర్పడే అలలు

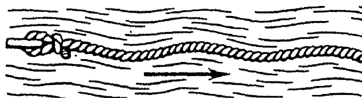
కలగలుస్తూ ఉంటుంది గనుక నది గర్భంలో నీటి వేడిమి, పైనుండే వేడిమికి సమంగా ఉంటుంది. కొలనులు సరస్సుల్లో అలా కాదు.

నదిప్రవాహం లోతుల్లో కూడా సుడులు తిరుగుతుంది గనుక, అడుగున ఉండే సన్నని ఇసుకను తనతో తీసుకుపోతుంది. అందుకే ఇసుకలో కూడా అలలువస్తాయి. అలలు ఎగసి ముంచే సముద్రతీరపు ఇసుకలో కూడా ఇలాగే అలలు ఏర్పడి ఉంటాయి. (చిత్రం 77). అడుగున ప్రవాహం నెమ్మదిగా ఉండే పక్షంలో నదిలో ఇసుక కూడా చదునుగా ఉంటుంది.

సారాంశంగా చెప్పాలంటే, నీరు తగులుతూ ప్రవహించే అన్ని తలాలలోనూ సుడులు ఏర్పడుతాయి. నీటిలో పడవేసిన తాడు ఈ విషయాన్ని రుజువు చేస్తుంది. ఒక తాటి చివర గట్టి ముడి వేసి, మరో చివర ప్రవాహం దిశగా ఉండేట్లు నీటిలో వదిలితే, అది పాములాగ మెలికలు తిరుగుతుంది. ఈ రకమయిన చలనం ఎందుకు వచ్చినట్లు? తాటిలో ఒక భాగంలో ఒక సుడి ఏర్పడి దాన్ని పక్కకు లాగుతుంది. మరుక్షణమే ఇంకొక భాగంలో ఇంకొక సుడి ఏర్పడి తాటిని మరోవేపుకు లాగుతుంది. ఈ రెండు కలిసే సరికి తాటిలో పాము మెలికలు కనబడతాయి.

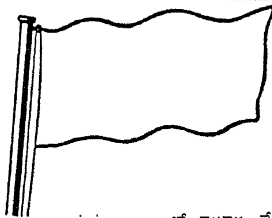
ఇక మనం ద్రవాలనుండి మన దృష్టిని వాయువుల వేపు అంటే నీటినుండి గాలి

చిత్రం 78. కలతవల్ల ప్రవాహంలో ఉన్న తాడు ఆడుతుంది.



వేపు కదిలిద్దాం. సుడి గాలిలో లేచిపోయే దుమ్ము, గడ్డి వగైరాలను మీరు చూచి ఉంటారు. నేలకు దగ్గరగా గాలిలో సుడి ఏర్పడినందుకు అలా జరుగుతుంది. గాలి నీటి ఉపరితలానికి తగులుతూ వీచినపుడు, నీటిలో ఉబ్బెత్తులు ఏర్పడతాయి. వాతావరణ పీడనం పడిపోయిన చోటల్లా, అలలు లేదా సుడులు ఏర్పడతాయి. అలాగే ఎడారుల్లోని ఇసుకలో కూడా దిబ్బల అంచున అలలు ఏర్పడతాయి.

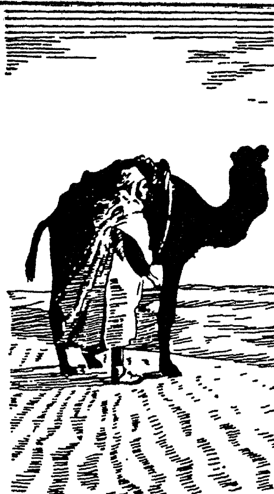
గాలిలో జెండా ఎందుకు రెపరెపలాడుతుందో ఇప్పుడు మీకు అర్థమవుతుంది. నీటిలోని తాటిలాంటిదే ఈ పరిస్థితి కూడా, గాలికోడి, గాలి వీస్తున్నప్పుడు ఒకే



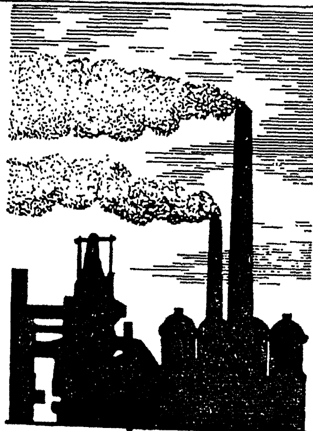
చిత్రం 79. గాలిలో రెపరెపలాడే జెండా

దిశగా మళ్లీ ఉండక, సుడుల వెంట అటుయిటు తిరుగుతుంది. పొగగొట్టంలోంచి బయటకు చిమ్మే పొగ కూడా ఇటువంటి సుడుల చలనానికి ఉదాహరణే. కొలిమిలో నుండి గాలులు గొట్టంలోకి ప్రవేశించి సుడులు తిరుగుతాయి. జడత్వం కారణంగా అవి గొట్టాన్ని వదిలి బయటకు వచ్చిన తర్వాత కూడా సుడులు తిరుగుతూనే ఉంటాయి.

గాలిలోని ఈ అక్రమచలనం విమానాలకు ఎంతో ముఖ్యమయినది. విమానం రెక్కలు, వాటిక్రింద, వచ్చే శూన్యంలో గాలినిండేట్లు, పైన మాత్రం సుడులు



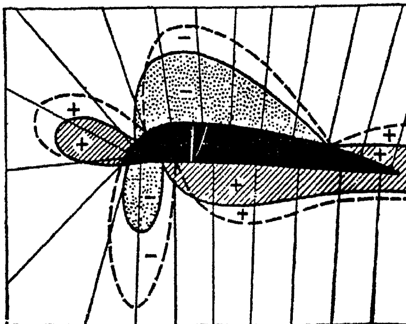
చిత్రం 80. ఎడారిలో అలల రూపంలో ఉన్న ఇసుక తలం



చిత్రం 81. పొగగొట్టం నుంచి వెలువడే పొగ చుట్టలు చుట్టగా వెళ్లుతుంది.

తిరిగేట్లు తయారుచేయబడి ఉంటాయి. దీనివల్ల క్రిందనుండి ఒత్తిడి, పైనుండి గాలి పీల్చిన పరిస్థితి కలిగి ఎగరడానికి తేలికవుతుంది. రెక్కలు సాచి ఎగిరే పక్షుల విషయంలో కూడా ఇలాగే జరుగుతుంది.

ఇంటికప్పుకు వచ్చి తగిలే గాలి ప్రభావం ఎలా ఉంటుంది? దానిలో సుడులుండడం వల్ల కప్పు వెంట, ఒత్తిడి తగ్గిపోతుంది. ఈ ఒత్తిడితో సమం కావడం కోసం, కప్పుకింది గాలి, కప్పును పైకి తోస్తుంది. అందుకే వదులుగా వేసిన, లేదా పలుచని పై కప్పులు ఎగిరిపోతుంటాయి. గాలి బాగా వీస్తున్నప్పుడు పెద్ద పెద్ద కిటికీలు బయటకు ఊబ్బుకొస్తాయి. వాటి అద్దాలు పగిలి బయట పడతాయి. అందరూ అనుకున్నట్లు అవి బయటి గాలి ఒత్తిడివల్ల పగలవు.



చిత్రం 82. విమానం రెక్కపైన ఉండే బలాల సూచన, రెక్కపైన వాయుపీడన (+) విరళీకరణ (−) ఎలా ఉండేది ప్రయోగాల ద్వారా నిరూపించబడింది. తెల్చే, ఎగలాగే శక్తుల సమైక్య ప్రయోగ ఫలితంగా రెక్క పైకి లేస్తుంది. (పీడనం ఎలా పంపకమయేది అవిచ్ఛిన్న రేఖలు చూపుతాయి. వేగం హెచ్చుగా ఉంటే ఎలా ఉండేది విచ్ఛిన్న రేఖలు చూపుతాయి.)

ఈ విషయాలన్నింటికి ఒక సులువయిన వివరణ ఉంది. గాలిలో ఒత్తిడి తగ్గడంవల్ల ఇవన్నీ జరుగుతాయి. ('బెర్నొలీ సూత్రం' చూడండి.) వేరువేరు ఉష్ణోగ్రతలు, చెమ్మదనాలుగల రెండు గాలి తరగలు పక్క పక్కనే వీచినట్లయితే రెంటిలోను సుడులు ఏర్పడతాయి. ఈ కారణంగానే మేఘాలు అన్ని తీర్లుగా రూపు మారుతుండేది. సుడులు తిరిగే చలనం ప్రభావాలు, ఎన్నిచోట్ల, ఎన్నితీర్ల కవబడతాయో తెలిసిందనుకుంటాను.

భూమి కేంద్రానికి ప్రయాణం

భూగోళం యొక్క అర్ధవ్యాసం 6400 కి.మీ. అయితే ఇంతవరకు 3.3 కి.మీలకు మించిన లోతుకు ఎవరూ పోలేదు. అంటే ఇంకా చాలా దూరమే మిగిలిందని అర్థం. అయితే రచనాబలం గల సైన్స్ ఫిక్షన్ రచయిత జూల్స్‌వెర్న్ మాత్రం ఒకపిచ్చి ప్రొఫెసర్ ఆయన అన్న కొడుకులను భూకేంద్రాని కేసి పంపించాడు. ఈ

భూగర్భ యాత్రికుల సాహసయాత్రను అతను "జెర్నీ టు ద సెంటర్ ఆఫ్ ద ఎర్త్" అనే నవలలో సృష్టించాడు. ఆ ప్రయాణికులకు ఎదురయిన సమస్యల్లో పెరిగే గాలి సాంద్రత ఒకటి. మనిషి పైకి పోయిన కొద్దీ, గాలి తేలికవుతుందని తెలుసు. ఎత్తు సంకలన వృద్ధిలో పెరిగితే గాలి సాంద్రత గుణవృద్ధిలో తరుగుతుంది. ఇక భూమి లోతులో, సముద్రమట్టానికి కిందకు పోయిన కొద్దీ, సాంద్రత పై కంటే తగ్గుతూ పోతుంది. ప్రొఫెసర్, అతని సహయాత్రికుడు కూడా ఈ విషయాన్ని గమనించక తప్పలేదు. 48 కిలోమీటర్ల లోతుకు పోయిన తర్వాత వారి సంభాషణ ఇలాగుంటుంది.

"ఇదుగో ! ఒకసారి మానోమీటరు చూడు! ఏమంటుందది ?"

"బోలెడంత ఒత్తిడి."

"సరే! అయినా మనం క్రిందకు దిగుతున్న కొద్దీ ఈ ఒత్తిడికి అలవాటు పడిపోతాం వాతావరణ సాంద్రత అలవాట వుతుంది. దానివల్ల మనకేమీ కాదు."

"ఏమీ ఉండదులే! చెవుల్లో కొంచెం నొప్పితప్ప"

"అదేమంత సమస్యకాదు. ఒక నిమిషం పాటు వేగంగా ఊపిరి పీల్చివదిలితే తగ్గిపోతుంది."

"అవునవును!" అన్నాను నేను. ఇక ఆయనతో వాదం తగదని నిర్ణయించుకున్నాను.

"దట్టమయిన వాతావరణంలోకి పోవడంలో కూడా ఆనందముంది. ధ్వని ఎంత స్పష్టంగా వినబడుతుందో గమనించారా బాబాయ్?"

"అవునురా! చెవిటివాడు కూడా త్వరలోనే వినగలుగుతాడు."

కానీ ఈ సాంద్రత పెరుగుతూ పోతుంది కదా!

"అవును. దీనికి సంబంధించిన సూత్రం మాత్రం అంతసరిగా లేదు. మనం క్రిందకు దిగిన కొద్దీ బరువుయొక్క తీవ్రత తగ్గుతుందనే మాట వాస్తవమేననుకో. ఉపరితలం మీద మాత్రమే దాని సంగతి బాగా తెలుస్తుందని నీ వెరిగిందే గదా! భూమి కేంద్రానికి చేరిన తర్వాత వస్తువులకు బరువే ఉండదు!"

"అవును నాకు ఆ సంగతి తెలుసు. అయితే ఇది చెప్పండి. రాను రాను గాలి సాంద్రత పెరిగి నీటి లాగ కాదూ?"

"తప్పకుండా! 710 అట్మాస్ఫియర్ల ఒత్తిడి దగ్గర గాలి ద్రవమవుతుంది!"

"ఇంకా కిందకు పోతే ?"

"సాంద్రత మరింత పెరుగుతుంది!"

"అప్పుడు మనం దిగడమెట్లా ?"

"మనం జేబుల్లో రాళ్లు నింపుకోవాలి"

"అబ్బ! మిమ్మల్ని ఏం అడిగినా సరే! దానికో జవాబు చెబుతారు బాబాయ్!" ఇక ఈ సిద్ధాంతంలోకి ముందుకు వెళ్లదలచుకోలేదు నేను. ఏదో ఒక అసాధ్యం అడ్డు తగలక మానదు. ఈ పెద్దాయన దానితో మళ్లీ మొదలుపెడతాడు. "అయితే సుమారు వెయ్యి అట్మాస్ఫియర్ల ఒత్తిడి ఏర్పడే చోట గాలి ఘనపదార్థమవుతుందనేది

మాత్రం తెలుస్తూనే ఉంది. ఇక అక్కడినుండి, ప్రపంచంలోని అన్ని ఆలోచనలను కలబోసినా ముందుకు వెళ్ల గలగడం మాత్రం కల్ల!"

ఊహాలు - లెక్కలు

జూల్స్‌వెర్న్ చెప్పింది నిజమో కాదో చూస్తే, అతను చెప్పింది ఎంతమాత్రం నిజం కాదని తెలిసి పోతుంది. ఆ సంగతి తెలుసుకోవడానికి మనం భూగర్భంలోకి పోనవసరం లేదు. అందుకు మనకు కావలసిందల్లా కాగితం, కలం మాత్రమే. వాతావరణ పీడనం వెయ్యవ వంతు పెరగాలంటే ఎంతలోతుకు పోవాల్సి ఉంటుందో ముందు లెక్కవేద్దాం. మామూలు వాతావరణ పీడనం 760 మి.మీల ఎత్తు పాదరస స్తంభం బరువుకు సమానం. మనం పాదరసం మీద బతుకుతున్నట్లయితే, $\frac{760}{1000}$ అందులోకి 0.76 మి.మీ పోతే చాలు ఒత్తిడి వెయ్యవ వంతు పెరుగుతుంది. అయితే గాలి పాదరసంకన్నా ఎన్ని రెట్లు తేలికనో, అన్నిరెట్లు ఎక్కువలోతుకు దిగవలసి ఉంటుంది. సరిగ్గా చెప్పాలంటే 10,500 రెట్లు. లెక్కలేసి చూస్తే 8 మీటర్లని తేలుతుంది. అంటే ప్రతి ఎనిమిది మీటర్లలోతుకు దిగినప్పుడల్లా పీడనం వెయ్యవవంతు పెరుగుతుంది. (అయితే ప్రతి ఎనిమిది మీటర్ల గాలిపొర, అంతకుముందు పొరకన్నా దట్టంగా ఉంటుంది గనుక పెరిగే ఒత్తిడి కూడా ఎక్కువగా ఉంటుంది. మనం ప్రపంచపుటెత్తుమీద (22 కి.మీ.) లేదా ఎవరెస్టు శిఖరంమీద (9 కి.మీ.) లేదా సముద్ర మట్టంమీద, ఎక్కడున్నాసరే, వాతావరణ పీడనం వెయ్యవవంతు పెరగాలంటే 8 మీటర్లు క్రిందకు రావాలి. ఇక లోతులో పీడనం ఎలా పెరుగుతుందో ఈ క్రింది టేబుల్‌లో చూడవచ్చు.)

భూమట్టం మీద ఒత్తిడి=760 మి.మీ.= సాధారణం.

8 మీటర్ల దిగువగా=సాధారణంలో 1.0001

2×8 మీ దిగువగా $= (1.001)^2$

3×8 మీ. దిగువగా $= (1.001)^3$

4×8 మీ. దిగువగా ఒత్తిడి $= (1.001)^4$

ఈ రకంగా $n \times 8$ మీ. లోతులో, వాతావరణ పీడనం మామూలుకన్నా $(1.001)^n$ రెట్లు ఉంటుంది. ఈ ఒత్తిడి మరీ ఎక్కువ కాకున్నా, గాలి సాంద్రత కూడా ఇదే లెక్కన పెరుగుతూ పోతుంది. (మరియట్ సూత్రం ప్రకారం)

జూల్స్‌వెర్న్ చెప్పిన ప్రకారం భూగర్భ యాత్రికులు కేవలం 48 కి.మీ. మాత్రమే లోపలికి వెళ్లారు. అందుకు తగినంతగా, గురుత్వాకర్షణలో తరుగు, దానికి సరిపడా గాలి బరువులో తరుగును కూడా మనం తగ్గించవచ్చు. ఈ లెక్కన 48,000 మీటర్ల దగ్గర వారిద్దరూ ఎంతటి పీడనానికి గురయ్యారు. మన ఫార్ములాలో n విలువ 48,000:8=6,000కు సమానం. అందుకని మనం 1.001 6,000 అని లెక్కవేయాలి. ఈ లెక్క వేయడం గొప్ప గజిబిజి. అందుకే ఇందుకోసం మనం లాగరిథంలను వాడుకోవాలి. లెక్కలు చేయడానికి పట్టే సమయాన్ని తగ్గించడం

ద్వారా ఈ లాగరిథమ్స్, ఆ లెక్కలు చేసే వారి అయువును పెంచుతాయన్నారు, ఫ్రెంచి ఖగోళశాస్త్రవేత్త లాప్లేస్. అయన లాగరిథం గురించి రాసిన విషయాలు చదివితే, వాటిని ఇష్టపడని వారికి కూడా మనసు మారుతుంది. "నెలల తరబడి లెక్కలు వేసే సమయాన్ని కొన్ని రోజుల్లోకి తగ్గించి, ఈ లాగరిథంస్, ఖగోళ పరిశోధకుల జీవన కాలాన్ని రెండింతలు చేయగలుగుతున్నాయి. ఇలాంటి పొడుగాటి లెక్కలు వేసేటప్పుడు మామూలుగా జరిగే తప్పులు, అలసట కూడా లేకుండా చేస్తాయివి. వీటిని కనుగొన్న మానవ మేధస్సు నిజంగా గర్వపడవచ్చు. పైగా ఇది కేవలం మానవ మేధస్సులోంచి మాత్రమే పుట్టిందాయె. సాంకేతిక శాస్త్రంలో మానవుడు, తన పరిసరాల్లో ఉండే వస్తువులను, శక్తులను వాడుకుంటాడు. తన శక్తిని పెంచుకుంటాడు. అయితే లాగరిథంలు మాత్రం కేవలం అతని మెదడులోంచి పుట్టినవి," అంటారు లాప్లేస్.

ఈ లాగరిథంలను వాడుకుంటే మనకు

$log\ x = 6000 \times log 1.001 = 6000 \times 0.00043 = 2.6$ అని తెలుస్తుంది. 2.6 యొక్క లాగరిథం విలువ 400.

అంటే 48 కిలోమీటర్ల లోతున వాతావరణ పీడనం మామూలుకన్నా 400 రెట్లు ఎక్కువ. ఇటువంటి ఒత్తిడిలో గాలి సాంద్రత, 315 రెట్లు పెరుగుతుందని ప్రయోగాల్లో తెలిసింది. ఇక జూల్స్‌వెర్న్ గారి భూగర్భ ప్రయాణికులకు "చెవిలో కొంచెం నొప్పి" తప్ప మరే ప్రభావం కలగలేదంటే నమ్మశక్యం కాదు. ఇంకా వారు 120 కి.మీ. 325 కి.మీల లోతుకు కూడా పోయారని వెర్న్ రాస్తాడు. ఇటువంటి లోతుల్లో పీడనం భయంకరంగా పెరుగుతుంది. ఇక మానవులు 3 లేదా 4 అట్మాస్ఫియర్లకు మించిన ఒత్తిడికి, హాని లేకుండా తట్టుకోలేరని మనకు తెలియనే తెలుసును.

ఇదే లెక్క ప్రకారం, గాలి ద్రవంగా మారే లోతు, అంటే 770 రెట్లు దట్టమయే లోతు లెక్కవేస్తే, అది 53 కి. మీ. అని తేలుతుంది. అయితే ఈ అంకె తప్పవుతుంది. ఒత్తిడి ఇంత ఎక్కువగా ఉన్నచోట్ల, గాలిసాంద్రత, ఒత్తిడితో బాటే సమంగా పెరగదు. మరియట్ సూత్రం ఏదో కొన్ని వందల అట్మాస్ఫియర్ల వరకు మాత్రమే పనిచేస్తుంది. ప్రయోగాత్మకంగా కనుగొన్న గాలిసాంద్రత వివరాలు ఈ పట్టికలో ఇవ్వబడ్డాయి.

పీడనం		—	సాంద్రత
200	అట్మాస్ఫియర్లు		190
400	"		315
600	"		387
1,500	"		513
1,800	"		540
2,100	"		564

ఒత్తిడి పెరిగిన దానికి సమంగా సాంద్రత పెరగడం లేదని తెలిసిపోతున్నది.

జూల్స్‌వెర్న్ సృష్టించిన ప్రొఫెసర్, గాలి ద్రవమయే లోతుకు కూడా వెళ్ళగలుగు తాననుకున్నాడు! ఒత్తిడి 3,000 అట్మాస్ఫియర్లయితేగాని . గాలి ద్రవమవుతుంది. అతనాలోతుకు చేరుకోగలిగేవాడు కాదు. ఆ తర్వాత పీడనం అంతగా ఉండదు. ఇక కేవలం ఒత్తిడిని ఉపయోగించి గాలిని ఘనపదార్థంగా మార్చడం వీలయేపని కాదు. దాన్ని మైనస్ 146 డిగ్రీల సెంటిగ్రేడుకు చల్ల బరిస్తే గాని అలాజరగదు.

న్యాయంగా చెప్పాలంటే, మీకు ఇప్పటివరకు వివరించిన ఈ సంగతులన్నీ కనుగొనక ముందే జూల్స్‌వెర్న్ ఆ నవలను వ్రాశాడు. కాబట్టి అతని తప్పేమీ లేదనవచ్చు. కానీ అతననుకున్నది నిజం మాత్రం కాజాలదు.

ఇదే ఫార్ములానుపయోగించి, మానవుడు అపాయం లేకుండా ఎంతలోతుకు పోగలుగుతాడో లెక్కవేద్దాం. మనం భరించగలిగే అత్యధిక పీడనం 3 అట్మాస్ఫియర్లు. మనం దిగగలిగే లోతు x అనుకుందాం. అప్పుడు సమీకరణం $(1.001)^{\frac{x}{8}} = 3$ అవుతుంది. లాగరిథంల సాయంతో లెక్కచేస్తే x విలువ 8.9 కి.మీలని తెలుస్తుంది.

అంటే ప్రాణానికి భయం అవసరంలేకుండా, మనమెవరమయినా భూమిలోకి సుమారు 9 కిలోమీటర్ల లోతుదాకా పోవచ్చునన్నమాట.

లోతయిన గనిలో

భూకేంద్రానికి చేరువగా వెళ్లిన వారెవరు? నవలలోని ఊహాప్రపంచంలో కాదు. వాస్తవంగా! గని కార్మికులు కాక ఇంకెవరు? ఈ ప్రపంచంలో కెల్లా లోతయిన గని దక్షిణాఫ్రికాలో ఉందని మనకు తెలుసు. అది మూడు కిలోమీటర్ల కన్నా కొంచెం ఎక్కువ లోతుంది. ఇది మనిషి వెళ్లిన లోతయిన ప్రాంతం. డ్రిల్లులనుపయోగించి 7.5 కి.మీ. లోతుకు కూడా తవ్వారు మరి. 2,300 మీటర్ల లోతుండే మోరోవెల్హోలోని ఒక గనిని సందర్శించిన తర్వాత ఫ్రెంచి రచయిత డా॥ లుక్ దుర్తైన్ చెప్పిన విశేషాలివి.

"ప్రఖ్యాతి గాంచిన మోరోవెల్హో గనులు రియోడి జనీరోకు 400 కి.మీల దూరంలో ఉన్నాయి. పదహారు గంటలసేపు రాళ్లతో నిండిన మైదానంలో ప్రయాణించిన తర్వాత, చుట్టూ అడవులు ఆక్రమించి ఉన్న లోయలోకి వెళతాం. అక్కడ ఒక బ్రిటిషు సంస్థవారు, మనిషి మునుపు దిగి ఎగరని లోతులనుండి బంగారం తవ్వి వెలికి తీస్తున్నారు.

నేలలో బంగారం పొర ఏటవాలుగా ఉంది. దాన్ని గని ఆరు అంచెలలో అందుకుంటుంది. నిలువుదారులు బావుల్లాగాను, అడ్డంగా ఉండేవి. సొరంగాల లాగాను ఉంటాయి. అధునాతన సమాజం తీరే ఇంత! భూమి గర్భంలోకి అన్వేషణ, లేదా అన్నిటికన్నా లోతయిన గని తవ్వడమనే ఈ సాహసకృత్యం మనిషి చేపట్టింది. బంగారం సంపాయించుకోవడం కోసం!

"కాన్వాసు కోట్లు, చర్మపు జాకెట్లు తొడుక్కోవాలి. చాలా జాగ్రత్తగా ఉండాలి.

పై నుండి చిన్న గులకరాయి పడినా సరే పెద్ద దెబ్బతగులుతుంది. గనుల అధికారి ఒకరు మీతో వస్తారు. మొదటి సొరంగంలో ప్రవేశిస్తే అక్కడ వెలుగు బాగా ఉంటుంది. గనిలోపల వాతావరణాన్ని చల్లబరిచేందుకు పంపే నాలుగు డిగ్రీల చల్లని గాలితో ఒక్కసారి ఒళ్లు జల్లుమంటుంది.

ఇరుకుగా ఉండే ఒక బోనులో నిలబడి, ఏడువందల మీటర్ల లోతుండే మొదటి బావిలోకి దిగితే, అక్కడ రెండవ సొరంగం కనబడుతుంది. ఈ లోగా లోపల గాలి వెచ్చనవుతుంది. అప్పటికే మీరు సముద్ర మట్టానికి దిగువన ఉంటారు.

తరువాతి బావిలో గాలి ముఖం మండేలా ఉంటుంది. ముచ్చెమటలు పోస్తుండగా తక్కువ ఎత్తుండే కప్పుక్రింద వంగి నడుస్తూ, డ్రిల్లింగు యంత్రాల గోలలోకి పోతారు. అక్కడి కార్మికులు, చొక్కాలు లేకుండా, చెమటలు కక్కుతూ, దుమ్ము నిండిన వాతావరణంలో పని చేస్తుంటారు. అంతులేకుండా, అంచెలంచెలుగా చేతులు మారుతుంటుంది మంచి నీటి సీసా. అప్పుడే తీసిన ఖనిజాన్ని ముట్టుకోకండి. అది $57^{o}C$ వేడి ఉంటుంది.

ఈ అర్థంలేని అన్యాయమయిన చాకిరీతో వచ్చేదేమిటి? రోజుకు కనీసం పది కిలోగ్రాముల బంగారం.

గనిలోపలి లోతుల్లో భౌతిక పరిస్థితుల గురించి, అక్కడి పనివారుండే అన్యాయమయిన పరిస్థితుల గురించి వర్ణించే సందర్భాలలో రచయితగారు వేడిమి గురించి చెప్పారు గానీ పీడనం సంగతి పట్టించుకోలేదు. 2,300 మీటర్ల లోతులో ఒత్తిడి ఎంత ఉంటుందనేది మనం లెక్కవేసి కనుగొందాం. ఆ లోతులో కూడా వేడిమి, భూమి ఉపరితలం మీదలాగే ఉంటే గాలి సాంద్రత పెరగవలసిన తీరు $(1.001)^{\frac{2,300}{8}} = 1.33$ రెట్లు. అయితే ఉష్ణోగ్రత ఒకేలా ఉండదు. గనిలో ఎక్కువగా ఉంటుంది. అందుకని గాలిసాంద్రత కూడా అంతగా పెరగదు. మొత్తానికి గనిలోపల, బయట ఉండే గాలిసాంద్రతలలో భేదం, మండుటెండలుండే కాలంలో గాలికీ, మంచుకురిసే చలికాలంలో గాలికిగల తేడాను పోలిఉంటుంది. అందుకే గనిలోనికి పోయిన వారికి ఈ విషయంలో తేడా ఏమీ తెలియదు.

ఇంతకన్నా ముఖ్యమయిన విషయం, గనుల లోతుల్లో ఎక్కువయ్యే గాలిలో తేమ వేడిమి కూడా ఎక్కువయ్యే సరికి ఈ తేమ వల్ల వాతావరణం దుర్భరమవుతుంది. దక్షిణాఫ్రికాలోని జోహనెస్ బర్గ్ సమీపంలోగల ఒక గనిలో గల (లోతు 2,553 మీ) 50^{o} సెంటిగ్రేడు దగ్గర 100 శాతం తేమ ఉండేది. ఈ పరిస్థితి తట్టుకోవడానికని ఎయిర్ కండిషనింగ్ వాడుకున్నారు. ఆ గనిని చల్లబరచడానికి ఏర్పాటు చేసిన యంత్రాల శీతలీకరణశక్తి, 2,000 టన్నుల మంచుగడ్డలున్నదానికి సమమయింది.

స్తారావరణంలోని బెలూనులో

ఇంతవరకూ మన ప్రయాణాలు, కేవలం మెదడులోనేనయినా, భూమిలోతుల్లోకి

జరిగాయి. అక్కడి ఒత్తిడి గురించి మనకొక సూత్రం కూడా సాయంచేసింది. ఇక మనం పైకి ఎగిరి, అదే సూత్రం ఆధారంగా లెక్కలు వేసి, ఎత్తులకు చేరిన కొద్దీ వాతావరణ పీడనంలో వచ్చే మార్పులను గమనిద్దాం. మనం సూత్రాన్ని కొంచెం మార్చవలసి ఉంటుంది. అదిప్పుడు

$P = 0.999^{\frac{h}{8}}$ అవుతుంది. ఇందులో p అంటే అట్మాస్ఫియర్లలో ఒత్తిడి. h అంటే మీటర్లలో ఎత్తు. 0.999 అనే దశాంశ సంఖ్య. ఇంతకు ముందు మనం వాడిన 1.001 అనే సంఖ్యకు బదులుగా వచ్చింది. ప్రతి ఎనిమిది మీటర్లకు ఇక్కడ ఒత్తిడి 0.001 వంతున పెరగదు సరిగదా తగ్గుతుంది.

పీడనం మామూలుకన్నా సగం కావాలంటే ఎంత ఎత్తుకు పోవాలి?

ఇక్కడ p = 0.5 ఇక h విలువను కనుగొనవలసి ఉంటుంది. సమీకరణం

$0.5 = 0.999^{\frac{h}{8}}$ అవుతుంది. లాగరిథంలు తెలిసినవారు దీని జవాబు అంటే భూమినుండి పైకి పోవలసిన ఎత్తు 5.6 కి.మీ. అని సులభంగా చెప్పగలరు. అక్కడ వాతావరణ పీడనం మామూలుకన్నా సగం తక్కువవుతుంది.

ఇక మనం ఇంకొంచెం పైకెగిసి సోవియట్ వ్యోమగాములు బెలూన్లలో చేరుకున్న 19 కి.మీల ఎత్తుకు చేరుకుందాం. ఈ ఎత్తులను స్ట్రాటోస్ఫియర్ లేదా స్తారావరణంలోకి లెక్కవేస్తారు. అందుకే ఈ యాత్రలకు వాడిన బెలూన్లను స్ట్రాటోస్ఫియర్ బెలూన్స్ అంటారు. సోవియట్ వారి USSR, ఒసోవియాఖిమ్–1 అనే బెలూన్లు 1933, 1934 సంవత్సరాలలో ఈ ఎత్తులకు చేరి రికార్డులు నెలకొల్పాయి.

ఇంతటి ఎత్తులో వాయుపీడనం ఎలాగుంటుందో చూద్దాం. 19 కిలోమీటర్ల వద్ద $0.999^{\frac{19,000}{8}} = 0.095$ అట్మా = 72 మీ.మీలు ఉంటుంది. అలాగే 22 కి.మీల దగ్గర $0.999^{\frac{22,000}{8}} = 0.066$ అట్మా = 50 మి.మీ. ఉంటుంది. మి.మీలలో చూపినది భారమితిలో పాదరసపు స్తంభం ఎత్తు.

అయితే వాస్తవంగా నమోదయిన ఒత్తిడులు మాత్రం మరోరకంగా ఉన్నాయి. అవి 19 కి.మీలలో 50 మీ.లు, 22 కి.మీల వద్ద 45 మి.మీలు. మనం తప్పెక్కడ చేశాం?

ఇంత తక్కువ పీడనాలకు మరియట్ సూత్రం వర్తించక తప్పదు. అయితే మనం చేసిన తప్పల్లా అన్ని ఎత్తుల్లో ఉష్ణోగ్రత ఒకంతే ఉంటుందని అనుకోవడం. కానీ ఎత్తు ఎక్కువయిన కొద్దీ తగ్గుతుంది. ప్రతి కిలోమీటరుకు వేడిమి $6.5°C$ చొప్పున తగ్గుతుందని లెక్క. అలా 11 కి.మీ. వరకు జరుగుతుంది. ఆ తర్వాత చాలా ఎత్తువరకు $-56°C$ వేడిమి స్థిరంగా ఉంటుంది. ఈ విషయాన్ని మనం లెక్కలోకి తీసుకోవాలంటే, మన అంకగణితం పనికిరాదు. ఒక వేళ తీసుకోగలిగితే మన ఫలితాలు కూడా వాస్తవానికి చేరువగా వస్తాయి. అందుకనే మనం గనుల

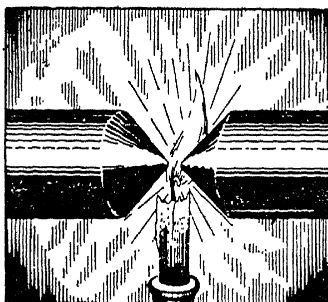
విషయంలో చేసిన లెక్కల ఫలితాలు కూడా, కేవలం "ఇంచుమించు" విలువలేనని గుర్తించాలి.

అయస్కాంతత్వము, విద్యుత్తు

ప్రేమించే శిల

సహజ అయస్కాంతానికి చైనీయులు ఇంత అందమయిన పేరు పెట్టుకున్నారు. తల్లి తన పిల్లలను అక్కున చేర్చుకున్నట్లే, ఇనుమును చు–షి (అయస్కాంతం) తనకేసి లాక్కుంటుందని వారంటారు. ప్రపంచపు మరో చివరనగల ఫ్రాన్సువారు, కూడా అయస్కాంతానికి ఇలాంటి పేరే పెట్టారంటే విచిత్రం అనిపిస్తుంది. వారు దాన్ని 'అయిమాంట్' అంటారు. అంటే అయస్కాంతం అనే గాక ప్రేమగలది అనికూడా అర్థం.

సహజ అయస్కాంతాల ప్రేమశక్తి చాలా తక్కువ. అందుకే గ్రీకువారు దీనికి 'హెర్క్యులేస్ రాయి' అని పేరు పెట్టడం కొంచెం అమాయకత్వం అనిపిస్తుంది. సహజ అయస్కాంతానికి గల మామూలు శక్తికే వారు ఇంతగా ఆశ్చర్యపడ్డారంటే, ఉక్కు ఫ్యాక్టరీలలో టన్నుల కొద్ది బరువుల నెత్తే ఈ కాలం అయస్కాంతాలను చూస్తే మరెంత అబ్బుర పడేవారోననిపిస్తుంది. అయితే ఇవి సహజమయిన అయస్కాంతాలు కావు. వాటి చుట్టూ చుట్టిన తీగలో విద్యుత్తు ప్రసరించడంవల్ల, అయస్కాంతత్వం పొందిన విద్యుదయస్కాంతాలవి. ఈ రెంటిలోనూ ఆకర్షణశక్తి మాత్రం ఒకే రకంగా ఉంటుంది. అదే అయస్కాంతత్వం.



చిత్రం 88. విద్యుదయస్కాంత ధ్రువాల మధ్య మైనపు వత్తి జ్వాల

అయస్కాంతాలు ఇనుమును తప్ప మరోదాన్ని ఆకర్షించవని అనుకోనవసరంలేదు. అంతబలంగా కాకపోయినా అయస్కాంతశక్తికి లోనయ్యే లోహాలు మరికొన్ని ఉన్నాయి. అవి, నికెల్, కోబాల్ట్, మాంగనీస్, సత్తు, బంగారం, వెండి, ప్లాటినంలు, యశదం, సీసం, గంధకం, బిస్మత్ లాంటి డయామాగ్నెటిక్ ధాతువుల లక్షణాలు మరింత

విచిత్రంగా ఉంటాయి. శక్తివంతమయిన అయస్కాంతాలను. ఇవి వికర్షించుకుంటాయి.

అయస్కాంతాలు ద్రవాలను, వాయువులను కూడా ఆకర్షించగలవు. వికర్షించగలవు. అయితే అందుకు అయస్కాంతాలు ఎంతో శక్తివంతమయినవయి ఉండాలి. ఉదాహరణకు శుభ్రమయిన ఆక్సిజన్ వాయువును అయస్కాంతాలు ఆకర్షిస్తాయి. ఒక సబ్బుబుడగలో ఆక్సిజన్ వాయువును నింపి, దాన్ని విద్యుదయస్కాంతం యొక్క ధృవాల మధ్యన ఉంచగలిగితే, రెండు ధృవాల మధ్యన బుడగ వంపు వచ్చి ఆకర్షింపబడడం బాగా కనబడుతుంది. రెండు బలమయిన అయస్కాంత ధృవాల మధ్యన ఉంచిన కొవ్వొత్తి మంటకూడా తన సహజ ఆకారం కోల్పోయి వంగుతుంది. అది అయస్కాంతశక్తికి గురయినట్లు బాగా తెలుస్తుంది.

దిక్సూచి సమస్య

దిక్సూచిలో ముల్లు ఎప్పటికీ ఒక చివర ఉత్తరాన్ని, మరొక చివర దక్షిణాన్ని సూచిస్తుందని అనుకోవడం మనకు బాగా అలవాటయింది. అందుకే మనకు, "అయస్కాంత సూచి రెండు కొసలు, ఒకే దిక్కును సూచించే ప్రదేశం ఈ ప్రపంచంలో ఎక్కడ ఉంది?" అని అడిగినప్రశ్న పిచ్చిదనిపిస్తుంది. మరోప్రశ్న కూడా అంతే పిచ్చిది. "ప్రపంచంలో అయస్కాంత సూచి రెండు చివరలు దక్షిణాన్నే సూచించే చోటు ఏది?"

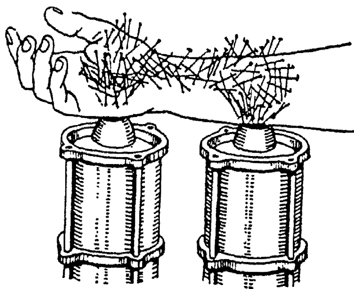
అటువంటి ప్రదేశాలు ఉండడానికి అవకాశం లేదని మీరు పందెం కాయడానికి కూడా సిద్ధమవుతారని నాకు తెలుసు. అయితే ఆ ప్రదేశాలు ఉన్నాయి. భూమి యొక్క భౌగోళిక ధృవాలు, అయస్కాంత ధృవాలు ఒకటికావని మీరు జ్ఞప్తికి తెచ్చుకుంటే, ఆ ప్రదేశాలేమిటో మీరే ఊహించగలరు. భౌగోళిక దక్షిణ ధృవం దగ్గర ఉన్నప్పుడు దిక్సూచి ముల్లు ఎటువేపు చూపుతాయి? ఒక చివరేమో సమీపంలోని అయస్కాంత ధృవాన్ని సూచిస్తుంది. రెండవది, ఇంకొక అయస్కాంత ధృవం వేపు చూపుతుంది. కానీ, మీరు దక్షిణధృవం నుండి మొదలయి ఎటు కదిలినా అది ఉత్తరానికే అవుతుంది. అక్కడినుండి ఉత్తరానికి తప్ప మరో దిక్కుకు పోయే అవకాశమే లేదు. అంటే అక్కడ దిక్సూచి ముళ్లు రెండూ ఉత్తరాన్నే సూచించినట్లు లెక్క. అలాగే భౌగోళిక ఉత్తర ధృవం వద్ద దిక్సూచి రెండు కొనలు, దక్షిణాన్నే సూచిస్తాయి.

అయస్కాంత రేఖలు

చిత్రం 89 లో ఒక విచిత్రం కనబడుతుంది. ఒక ఫోటోగ్రాఫు ఆధారంగా గీసిన బొమ్మ అది. విద్యుదయస్కాంతం మీద అనుకుని ఉన్న చేతినుండి, బోలెడన్ని మేకులు, నూగులాగ నిక్కబొడుచుకుని ఉండడం అందులో మీకు కనబడుతుంది. చేతికి మాత్రం అయస్కాంత శక్తి ప్రభావం తెలియదు. అయితే అయస్కాంతశక్తి చేతిలో గుండా అదృశ్యంగా ప్రవహించి, మేకుల మీద ప్రభావం చూపించి, అవి

అయస్కాంత బలాల దిశలో మళ్లీ నిలబడేట్లు చేస్తుంది.

మనకు అయస్కాంత శక్తిని గుర్తించే జ్ఞానేంద్రియం ఏదీలేదు గనక, అయస్కాంతం నుండి వచ్చే బలాలను కేవలం ఊహించుకోవలసిందే! మనకు గనక అయస్కాంత శక్తిని గుర్తించే లక్షణం ఉంటే ఎంత విచిత్రంగా ఉండేదో ఊహించవలసిందే! క్రైడెల్

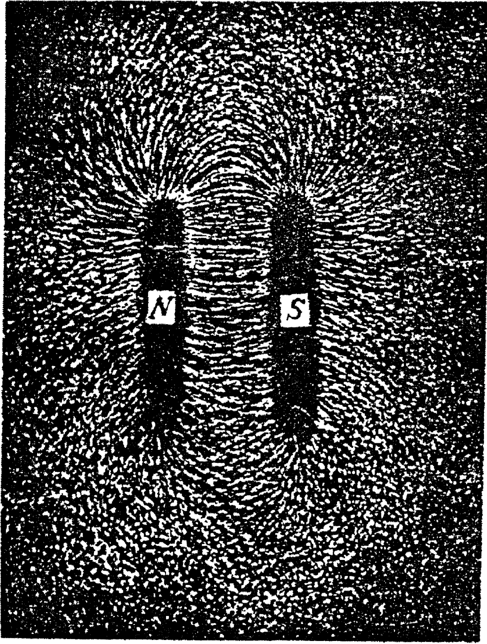


చిత్రం 89. చేతిగుండా అయస్కాంత శక్తులు ప్రవహిస్తాయి.

అనే పరిశోధకుడు రొయ్యలకు ఒకరకం అయస్కాంతగ్రహణశక్తిని కలగజేశాడు. చిన్న రొయ్యలు, చిన్న చిన్న రాళ్లను తమ శ్రవణేంద్రియాల మీదకు తగిలించుకోవడం అతను గమనించాడు. ఆ రాళ్లు, రొయ్యల శరీర సమస్థితిని నిలిపే భాగంలోని కేశకణాల మీద బరువు కలుగజేశాయి. మనిషి చెవుల్లో ఆటోలిత్స్ అనే పేర ఇటువంటి చిన్న చిన్న "రాళ్లు" ఉంటాయి. అవి కూడా ముఖ్యమయిన శ్రవణాంగాలతోనే ఉంటాయి. ఇవి నిలువుగా ఉంటూ గురుత్వాకర్షణ శక్తి ప్రసరించేవేపు పనిచేస్తాయి. క్రీడెల్ రొయ్యల శ్రవణేంద్రియాలలోకి ఈ రాళ్లకు బదులుగా ఇనుపరజనును ప్రవేశపెట్టాడు. ఒక అయస్కాంతం దగ్గరకు తెచ్చినపుడు రొయ్యలు, అయస్కాంతశక్తి, గురుత్వాకర్షణ శక్తుల ఫలితభూతానికి లంబకోణంలో నిలబడ్డాయి.

"ఈ మధ్యన ఈ ప్రయోగాన్ని కొంచెం మార్పులతో ఒక వ్యక్తి మీద ప్రయోగించి చూచారు. సన్నటి ఇనపరజనును చెవిలోని కర్ణభేరిమీద అతికించారు. దానితో అయస్కాంత తరంగాలు ఆ చెవికి ధ్వని తరంగాలుగా వినిపించసాగాయి" (వైనర్) ఈ బలాలను పరోక్షంగా కనుగొనడానికి సులభమార్గాలున్నాయి. వాటన్నింటిలో కూడా ఇనపరజనాన్నే వాడుతుంటారు.

ఒక అట్టను లేదా గాజుపలకను తీసుకుని దానిమీద ఇనపరజనును పలచని పొరగా పరవండి. దాన్ని అప్పుడు ఒక దండాయస్కాంతం మీద ఉంచండి. అట్టముక్కను నెమ్మదిగా వేలితో తట్టండి. అయస్కాంత తరంగాలు అట్ట, లేదా గాజుపలక ద్వారా స్వేచ్ఛగా ప్రసరిస్తాయి. కాబట్టి ఇనపరజను మీద వాటి శక్తి ప్రసరిస్తుంది. వాటిని తట్టడం ద్వారా కదిలించినపుడు, ఇనపరజను కణాలు, అయస్కాంత క్షేత్రంలోని బలాల వెంట నిలబడతాయి. అంటే అయస్కాంత బలాలరేఖల మీద ఈ రజను



చిత్రం 90. అట్టదిగువన అయస్కాంతం ఉంటే అట్టపైన ఆకురాయి పొడి వుండే ఆకారం (ఫోటో నుంచి తయారుచేసిన చిత్రం.)

వరుసలుగా నిలబడుతుంది. అప్పటివరకు కనబడని అయస్కాంత రేఖలు వీటివల్ల కనబడతాయి. (చిత్రం 90) ఈ రేఖలు అయస్కాంతం యొక్క రెండు ధృవాల నుండి బయలుదేరి రకరకాలుగా వంపులు దిరిగి, చిన్న, పెద్ద రేఖల ద్వారా ఇతర భాగాలకు కలుస్తూ విచిత్రమయిన ఆకారాలను కనబరుస్తాయి. ప్రతి అయస్కాంతం చుట్టు అదృశ్యంగా ఉండి, భౌతిక శాస్త్రజ్ఞుల ఊహాలలో మాత్రం స్ఫుటమయే రేఖలు ఈ ప్రయోగంలో కనబడతాయి. ధృవాలకు చేరువగా ఉండే రేఖలు మందంగా, బలంగా ఉంటాయి. దూరంగా పోయిన కొద్దీ అవి పలచబడి, తగ్గిపోయే అయస్కాంత బలాలను సూచిస్తాయి.

ఉక్కును అయస్కాంతంగా మార్చేదెట్లా?

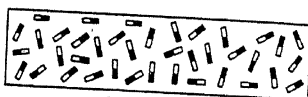
తరచుగా వినిపించే ఈ ప్రశ్నకు జవాబు కనుగొనడానికి ముందు మనం

ఒక అయస్కాంతానికి, అయస్కాంతత్వంలేని ఉక్కు ముక్కకుగల భేదాన్ని అర్థం చేసుకోవాలి. ఇనుప కడ్డీలోని అణువులన్నీ, – అది అయస్కాంతం గానీ, మామూలు కడ్డీగానీ, – ఒక్కొక్కటి ఒక చిన్న అయస్కాంతమని మనం అనుకోవచ్చు. అయితే అయస్కాంతత్వం లేని కడ్డీలోని చిన్న చిన్న అయస్కాంతాలు గజిబిజిగా, అడ్డదిడ్డంగా ఉంటాయి. వాటిలోని ఉత్తర దక్షిణ ధృవాలు ఒక దానికొకటి కలగలుస్తూ,

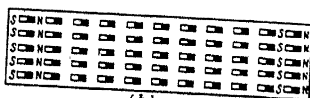
చిత్రం 91. ఎ. అయస్కాంతతలేని ఉక్కు దండంలో అయస్కాంత పరమాణువులుండే పద్ధతి

బి. అయస్కాంతత గల దండంలో

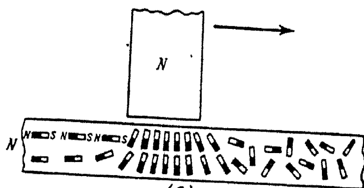
సి. అయస్కాంతత్వం గల ఉక్కు దండంపైన మరొక అయస్కాంత ధ్రువం యొక్క ప్రభావం



(a)



(b)



(c)

అయస్కాంతశక్తి వీగిపోతుంది. అదే ఒక అయస్కాంతంలోనయితే, అలాగ గజిబిజి కాకుండా కణాలన్నీ ఒక క్రమమయిన వరుసలో ఉంటాయి. వాటి సజాతి ధృవాలన్నీ ఎప్పటికీ ఒకే దిక్కుకు మళ్లీ నిలబడి ఉంటాయి.

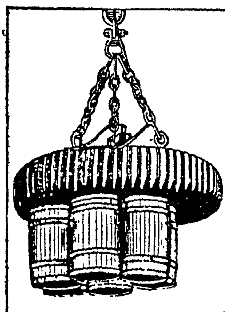
అయస్కాంతత్వం పొందుతున్న ఇనపకడ్డీలో ఏం జరుగుతుంది? బయటి అయస్కాంతం ప్రభావంవల్ల కడ్డీలోపలి కణాలన్నీ వరుసల్లోకి మారి, వాటి వాటి ఉత్తర, దక్షిణ ధృవాలన్నీ క్రమంగా ఒకే దిశలో-మారి నిలబడతాయి. ఇలా జరిగే మార్పులను చిత్రం 91c లో చూడవచ్చు. ముందుగా కడ్డీలో కణాలు వాటి దక్షిణ ధృవాలు బయటి అయస్కాంతపు ఉత్తర ధృవం దిశగా వచ్చేట్లు మళ్లిపోతాయి. అప్పుడా అయస్కాంతం ముందుకు కదిలనకొద్దీ, ఈ కణాలు కూడా దాని కదలికకు

అనుగుణంగా కదులుతూ, దక్షిణ ధృవాలన్నీ ఒకే దిశగా వచ్చేట్లు నిలబడతాయి.

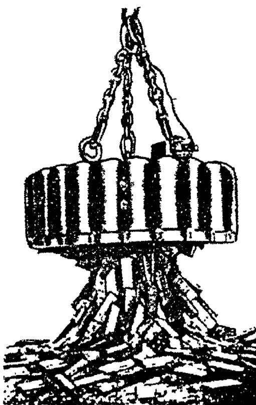
దీనివల్ల మనకు ఒక కడ్డీని అయస్కాంతంగా మార్చడమెట్లాగో తెలుస్తుంది. అయస్కాంతం యొక్క ఒక ధృవాన్ని కడ్డీ ఒక చివరన తగిలించి ఉంచి, అదుముతూ రెండవ చివర దాకా లాగాలి. ఇది చాలా కాలం నుండి వాడకంలో నున్న చాలా సులువు పద్ధతి. అయితే ఇందువల్ల వచ్చే అయస్కాంతాలు తక్కువబలం గలవయి ఉంటాయి. బలమయిన అయస్కాంతాలను తయారు చేయడానికి విద్యుత్తును వాడవలసి ఉంటుంది.

పెద్ద ఎలెక్ట్రో మాగ్నెట్స్ (విద్యుదయస్కాంతాలు)

ఇనుము, ఉక్కు కర్మాగారాలలో బ్రహ్మాండమయిన బరువులను ఎత్తే విద్యుదయస్కాంతపు క్రేనులను మీరు చూచి ఉంటారు. అదనపు పరికరాలేమీ అవసరం లేకుండానే అవి పెద్దపెద్ద ఇనప దూలాలను, టన్నుల కొద్ది బరువుగల యంత్ర భాగాలను ఎత్తి అవసరమయిన చోట్లకు చేరవేస్తుంటాయి. అందుకనే వాటివల్ల కలిగే శ్రమ మిగులును అంచనా వేయడం కష్టం. ఇనుప రేకులు, తీగలు, మొలలు, మేకులు మొదలయిన వాటిని ప్రత్యేకంగా మూటలు కట్టనవసరం లేకుండానే, ఈ క్రేనులు తరలిస్తాయి. వాటిని ఇంకొక రకంగా రవాణా చేయాలంటే ఎంతో సమయం, శ్రమ అవసరం.



చిత్రం 93. మేకుల పీపాను చేరవేసే విద్యుదయస్కాంతపు క్రేను.



చిత్రం 92. ఇనుప పలకలను చేరవేసే విద్యుదయస్కాంతపు క్రేను.

ఈ బరువులనెత్తే అయస్కాంతాలు ఎంత ఉపయోగకరమయిన వనేది చిత్రం 92,93 లను చూస్తే తెలుస్తుంది. చిత్రం 92 లోని క్రేను ఒకేసారి ఎత్తుతున్న ఇనుపరేకులను పేర్చి, మోసి, తరలించాలంటే ఎంత కష్టమవుతుంది? ఎంత కాలం పడుతుంది? ఇందులో పనివారి శ్రమ మిగిలిందనేదే గాక, పని ఎంత సులువుగా ముగిసిందనే సంగతిని కూడా గుర్తించాలి. చిత్రం 93 లోని అయస్కాంతపు క్రేను మేకులు నింపిన పీపాలు ఆరింటిని ఒకేసారి ఎత్తుతోంది. ఒక ఉక్కు కర్మాగారంలో, ఇటువంటి నాలుగు మాగ్నెట్ క్రేనులు, ఒక్కొక్క సారి పది పట్టాలను తరలిస్తూ, రెండువందల మంది చేసే పనిని చేస్తున్నాయి.

ఈ బరువులను ప్రత్యేకంగా క్రేనుకు కట్టవలసిన అవసరంలేదని ఇప్పటికే చెప్పాను. విద్యుదయస్కాంతంలో విద్యుత్తు ఉన్నంతసేపు ఈ ఎత్తిన బరువులు క్రిందపడడమనేది అసాధ్యం. అయితే కరెంటు పోతే మాత్రం ప్రమాదం. విద్యుదయస్కాంతాలను ఈ పనిలో మొదట మొదట ప్రవేశపెట్టినపుడు ఇటువంటి ప్రమాదాలు జరిగాయి కూడా! "ఒక అమెరికన్ కర్మాగారంలో, విద్యుదయస్కాంతం, ఇనుప అచ్చులను రైలునుండి ఎత్తి కొలిమిలోకి చేరుస్తున్నది. అప్పుడే, ఆకేంద్రానికి విద్యుత్తు సరఫరా చేసే నయాగరా జల విద్యుత్కేంద్రంలో ఏదో ప్రమాదం జరగడం మూలంగా కరెంటు పోయింది. అయస్కాంతం ఎత్తిన బరువు అమాంతం క్రిందపడేసరికి, దాని కింద ఒక కార్మికుడు నలిగి నజ్జయిపోయాడు. ఇటువంటి అపాయాలు జరగకుండా ఉండాలని, విద్యుత్తు ఆదా అవుతుందని, అయస్కాంతపు క్రేనుల్లో కొత్త సదుపాయాలు ఏర్పాటు చేశారు. ఎత్తవలసిన బరువులను అయస్కాంతం ఆకర్షించుకున్న వెంటనే, కిందనుంచి' పెద్ద పెద్ద ఉక్కుకొక్కాలు వచ్చి వాటిని పట్టుకుంటాయి. ఆ బరువులు ఒక చోటి నుండి మరొక చోటికి తరలింపబడుతున్నప్పుడు అయస్కాంతాలలో విద్యుత్తు సరఫరా ఆపి ఉంచుతారు" ఈ విషయాలు ఒక సాంకేతిక పత్రికలో ప్రచురితమయ్యాయి.

చిత్రం 92, 93ల్లో చూపిన అయస్కాంతాలు ఒక్కొక్కదాని వ్యాసం ఒకటిన్నర మీటర్లు. అవి ఒక సారి పదహారు టన్నులు, అంటే ఒక నింపిన రవాణా లారీ బరువును ఎత్తగలుగుతాయి. ఒక రోజులో ఒక అయస్కాంతం 600 టన్నుల బరువును మోయగలుగుతుంది. ఒక్క సారి 75 టన్నుల బరువును ఎత్తగల అయస్కాంతపు క్రేనులున్నాయి. అది ఒక రైలింజను బరువుకు సమానం!

ఈ పద్ధతిలో వేడి ఇనుప కమ్మీలను తరలించడం బాగుంటుందని మీకు అనిపించి ఉంటుంది. అయితే ఇనుము కొంత వేడికి తక్కువగా ఉన్నప్పుడు మాత్రమే అయస్కాంత శక్తికి ఆకర్షింపబడుతుంది. ఎర్రగా కాలిన ఇనుము ఆకర్షింపబడదు. ఒక అయస్కాంతాన్ని $800°C$ దాకా వేడి చేస్తే దాని అయస్కాంతత్వం మాయమవుతుంది.

ఇనుము, ఉక్కు, దుక్క ఇనుములను తరలించడానికి, కర్మాగారాల్లో విద్యుదయస్కాంతాలను వాడుతున్నారు. ఈ పనులను సులువుగా, వేగంగా పూర్తిచేయడానికి రకరకాల పరికరాలను తయారుచేశారు.

అయస్కాంతంతో ఇంద్రజాలం

కొన్నిసార్లు సర్కసులో ట్రిక్కులు చేసేవారు కూడా విద్యుదయస్కాంతాలను వాడుకుంటారు. ఆ ట్రిక్కులు ఎంత బాగా పనిచేస్తాయో ఊహించవచ్చు కూడా. 'విద్యుత్తు దాని ఉపయోగాలు' అనే పేరిట డారీ అనే రచయిత ఒక పుస్తకం రాశాడు. అందులో అతను, ఒక ఫ్రెంచి ఇంద్రజాలికుడు అల్జీరియాలో తానిచ్చిన ప్రదర్శన గురించి చెప్పిన అంశాలను కూడా పొందుపరిచాడు. విద్యుత్తు గురించి తెలియని ప్రేక్షకుల ముందు ఒక ట్రిక్కు బాగా పనిచేసింది. వాళ్లొక అద్భుతాన్ని చూస్తున్నామనుకున్నారు.

ఆ ఇంద్రజాలికుడంటాడు. "స్టేజిమీద నేనొక ఇనపమూకుడు గలపెట్టెను అమర్చాను. దానికొక హేండిల్ కూడా ఉంది. ప్రేక్షకుల్లోనుంచి ఒక బలశాలి నెవరినయినా ముందుకు రావలసిందిగా పిలిచాను. మామూలు ఎత్తు అయినా, మంచి దారుఢ్యంగల ఒక అరబ్బు ముందుకు వచ్చాడు. అతను ఆ ప్రాంతంలో మంచి బలశాలిగా పేరుపొందినాడు. అతను చిరునవ్వుతో ముందుకు వచ్చి, ఒక సారి కొంటెగా నవ్వి, నాముందు నిలబడ్డాడు. అతడిని పై నుండి కిందదాకా తేరిపార జూచి "అయితే నీవు బలవంతుడివేనా?" అన్నాను.

'అవును' అన్నాడతను.

"ఎప్పటికీ అలాగే బలంగా ఉంటాననుకుంటున్నావా?" అన్నాను.

"తప్పకుండా" జవాబిచ్చాడు.

"అయితే జాగ్రత్త! కన్నుమూసి తెరిచేలోగా నీ బలం మొత్తం తగ్గించేస్తాను. నువ్వు చిన్న కుర్రవాడి కన్నా బలహీనుడయి పోగలవు" అన్నాను.

అతను అపనమ్మకంగా నవ్వాడు.

"ఇటు వచ్చి ఈ పెట్టెను ఎత్తు చూద్దాం!" అన్నాను.

అరబ్బు కొంచెం వంగి పెట్టెను పైకెత్తి "ఇంతేనా?" అన్నాడు.

"ఒక క్షణం అగు!" అన్నాను. కొంచెం గంభీరంగా నిలబడి, కాసేపు అజ్ఞాపిస్తున్నట్లు చేతులటు యిటు అందించి నెమ్మదిగా అన్నాను. "నీవిప్పుడు ఒక అమ్మాయికన్నా తక్కువ బలం గల వాడివి. పెట్టెను మరోసారి ఎత్తు చూద్దాం"

అతను నా ఇంద్రజాలాన్ని పట్టించుకోకుండా మళ్లీ వంగి పెట్టెను అందుకున్నాడు. ఈ సారి అది కదలలేదు. అతను ఎంతప్రయత్నించినా అది నేలలో పాతేసినట్లు ఉండి పోయింది. అతను నానా రకాలుగా గింజుకున్నాడు. పెద్దబలాన్ని ఎత్తడానికవసరమయే శక్తిని ఉపయోగించాడు. అయినా ఏమాత్రం లాభం లేకపోయింది. అలసిపోయి, గసపోస్తూ, అతను సిగ్గుతో ఎరుపయి, పక్కకు తప్పుకున్నాడు. అతనికిప్పుడు నా ఇంద్రజాలంలో నమ్మకం కుదిరింది. అయితే అందులో ఉన్న కిటుకు చాలా చిన్నది. ఆ ఇనపపెట్టెను పెట్టిన బల్లకింద విద్యుదయస్కాంత ధ్రువాన్ని ఏర్పాటు చేశారు.

కరెంటు లేనపుడు ఆ పెట్టెను ఎత్తడం సులభమే. తీగలలోనుండి కరెంటు పాకిన వెంటనే, ముగ్గురు బలశాలులయినా ఆ పెట్టెను ఎత్తలేరు.

వ్యవసాయంలో అయస్కాంతాలు

వ్యవసాయంలో అయస్కాంతాలు ఉపకరించే తీరు మరింత విచిత్రంగా ఉంటుంది. వ్యవసాయదారులకు పంట విత్తనాలనుండి, కలుపుమొక్కల విత్తనాలను విడదీయడానికి అవి సాయం చేయగలవు.

కలుపు మొక్కల విత్తనాలకు నూగు ఉంటుంది. వాటి సాయంతో అవి పశువుల శరీరాలకు అంటుకుని చెట్టునుంచి చాలాదూరం వరకు వ్యాప్తి చెందుతాయి. ఈ నూగు అనే లక్షణాన్ని చెట్లయితే తమ జాతిని నిలబెట్టుకోవడానికని, పరిణామక్రమంలో అభివృద్ధి చేసుకున్నాయి. కానీ రైతులు దీన్నే వాడుకుని, తమకుపయోగకరమయిన అగిశె, అల్ఫాల్ఫా, క్లోవర్ వంటి విత్తనాలనుండి, కలుపు విత్తనాలను వేరు చేయగలుగుతున్నారు. కలుపు గింజలు కలిసిన విత్తనాలలో రైతులు సన్నటి ఇనపరజనును కలుపుతారు. అవి కలుపుగింజల నూగులో చిక్కుకుంటాయి. ఈ విత్తనాలు తగినంత బలంగల అయస్కాంతపు క్షేత్రంలోకి రాగానే, వేరయిపోతాయి. ఇనపరజనువల్ల అవి అయస్కాంతానికి అంటుకుంటాయి. మిగతా విత్తానాలు మిగిలిపోతాయి.

అయస్కాంత విమానం

ఈ పుస్తకం మొదట్లో ఒక చోట సిరానో డి బెర్జెరాక్ రచించిన "హిస్టరీ ఆఫ్ లూనార్ అండ్ సోలార్ స్టేట్స్" గురించి అనుకున్నాం. అయస్కాంత శక్తితో పని చేసే విమానాన్ని ఒక దాన్ని అతను ఒక చోట వర్ణిస్తాడు. దాని మీద అతను సృష్టించిన పాత్ర ఒకటి ఎగిరి చంద్రుని మీద దిగుతుంది. ఆ సంఘటన ఇలా ఉంటుంది.

"నేను ఇనుముతో తేలికయిన బండినొకదాన్ని తయారుచేయించాను. అందులో సుఖంగా కూచున్న తర్వాత, నేనొక అయస్కాంతపు బంతిని పైకి ఎగిరేయసాగాను. దాని ఆకర్షణవల్ల నాబండి పైకి ఎగరసాగింది. బంతికి చేరువవగానే దాన్ని మరింత పైకి ఎగిరేశాను. నేను బంతిని మామూలుగా పైకెత్తినా సరే బండి పైకి కదలసాగింది. అలా బంతి ఎగరేస్తూ చివరకు, చంద్రుడి మీద దిగ గలిగినంత ఎత్తుకు చేరాను. అక్కడినుండి క్రిందకు చంద్రుడి మీదకు దిగ నారంభించాను. నేను అయస్కాంతాన్ని గట్టిగా పట్టుకుని ఉన్నాను గనక బండికూడా నానుండి వేరు కాలేదు. క్రిందకు" దభిల్లుమని పడి మెడలు విరుచుకునే అపాయం లేకుండా,మళ్లీ అయస్కాంతాన్ని ఎగరేసి, బండిదిగే వేగాన్ని తగ్గించగలిగాను. చంద్రుడి ఉపరితలానికి ఆరేడు వందల గజాల ఎత్తులోకి రాగానే, బంతిని, నేను దిగవలసిన దిక్కుకు లంబకోణంగా విసరసాగాను. బండి చేరువకు చేరుకున్నాక, క్రిందనుండే ఇసుకలోకి దూకేశాను".

బెర్జెరాక్‌తో సహా అందరికీ, ఈ ప్రయాణం అసాధ్యమని తెలిసి ఉంటుంది. అయితే ఎందుకు అసాధ్యం అనేది అందరూ చెప్పలేరని నా నమ్మకం. ఇనపబండిలో

కూచొని అయస్కాంతం బంతిని పైకి ఎగరవేయడం సాధ్యంకాదనా? లేక బండిని అయస్కాంతం ఆకర్షించలేక పోతుందనా? లేక మరొక కారణంగానా? ఎందుకీ ప్రయాణం అసాధ్యం?

బండిమీద కూచుని బంతిని పైకి ఎగిరేయవచ్చు. అది నిజంగా బలమయిన అయస్కాంతమయితే బండి పైకిలేస్తుంది కూడా. అయినా సరే ఈ విమానం మాత్రం ఒక అంగుళంకూడా పైకి కదలదు.

మీరెప్పుడయినా ఒక బోటులో ఉండి, ఏదయినా బరువయిన వస్తువును ఒడ్డుకు విసిరారా? మీరు పరిశీలనగా చూచినట్లయితే వస్తువును విసరగానే బోటుకూడా ఒడ్డునుండి దూరంగా నీటిలోకి కొంచెం కదలడం గమనించి ఉంటారు. మీరు ఒకవేపుగా విసరదలచుకున్న వస్తువుమీద బలం ప్రయోగించడానికి ప్రయత్నిస్తుంటే మీ శరీరం, దానితో సహా బోటు వెనక్కు తన్నసాగాయి. అందుకే బోటు వెనక్కు కదిలింది. ఇంతకుముందు మనం చాలాసార్లు అనుకున్న 'చర్య – ప్రతిచర్య' సిద్ధాంతానికి ఇది మరొక ఉదాహరణ మాత్రమే. అయస్కాంతాన్ని పైకి ఎగరేసినపుడుకూడా ఇలాగే జరుగుతుంది. బండిలో మనిషి అయస్కాంతాన్ని పైకెగరవేయడానికి, అది బండిని ఆకర్షించే బలమే ముందు అడ్డుతగులుతుంది. అయినా కష్టపడి ఎగరేశాడనుకుందాం. అప్పుడు ఆ బలానికి వెనక్కు తన్ని బండి క్రిందకు కదులుతుంది. ఆకర్షణవల్ల మళ్లీ బండి, అయస్కాంతం కదిలి మొదలు ఉన్న చోటికే తిరిగి వచ్చేస్తాయి. బండి ఈకంత తేలికదయినా, అయస్కాంతం విసరడంవల్ల ఉన్నచోటే పైకి, క్రిందకు ఊగిసలాడుతుంది. అంతేగాని పైకి ఎగదదు.

17వ శతాబ్దంలో బెర్జెరాక్ ఈ పుస్తకం రాసేనాటికి, 'చర్య – ప్రతిచర్య' సిద్ధాంతం కనుగొనబడి ఉండలేదు. అటువంటి పరిస్థితిలో తను సృష్టించిన ఈ విమానం అతను చెప్పగలిగే వాడా అనేది అనుమానమే.

మహమ్మదు సమాధి

విద్యుదయస్కాంతపు క్రేన్ ఒకటి పనిచేస్తుండగా, దానికి సమీపంలో నేలకు తాపడం చేసిన గొలుసు చివరనుండే ఇనుపగుండు నొకదాన్ని ఆ అయస్కాంతం ఆకర్షించి పైకెత్తడం పనివాడొకడు చూచాడు. గొలుసు కట్టి ఉండడంతో గుండు అయస్కాంతానికి అంటుకోవడం వీలుకాలేదు. ఆ రెంటిమధ్యన చెయ్యి పట్టేంత జాగా ఉండిపోయింది. అయినా గుండు, గొలుసుతోసహా పైకెగిరి నిటారుగా నిలబడింది. అయస్కాంతం ఎంత బలమయిందంటే పనివాడు గొలుసును పట్టుకుని పైకి పాకినా అది పడకుండా నిలబడింది. అయస్కాంత ధృవానికీ, అది ఆకర్షిస్తున్న వస్తువుకు మధ్యన ఎడం పెరిగిన కొద్దీ, అయస్కాంతశక్తి తగ్గిపోతుంది. అలా జరగలేదంటే ఈ విద్యుదయస్కాంతపు బలం ఎంతటిదో ఊహించవచ్చు. వేగంగా తగిలి ఉన్నప్పుడు వందగ్రాముల బరువును ఎత్తి పట్టుకోగల గుర్రపునాడాయస్కాంతం, బరువుకీ, దానికి మధ్యన కాగితం ఒకటి ఉంచితేచాలు సగం ఆకర్షణశక్తిని పోగొట్టు కుంటుంది. పెయింటుపూయడం వల్ల తుప్పుపట్టకుండా ఉంచవచ్చని తెలిసినప్పటికీ,

అయస్కాంతాల ధృవాలకు రంగుపూయకపోవడం వాటి శక్తి తగ్గకుండా ఉండాలనే. అనుకోకుండా ఆ పక్కనే ఉండిన ఫొటోగ్రాఫరు ఆ అవకాశాన్ని జారవిడవకుండా, ఆ వింతదృశ్యాన్ని ఫోటో తీశాడు. అందులోని వ్యక్తి "మహమ్మదు సమాధిలాగా" గాలిలో తేలియాడుతుంటాడు.

ఈ సమాధి గురించి రెండుమాటలు. ఇస్లామును నమ్మేవారు, ప్రవక్త



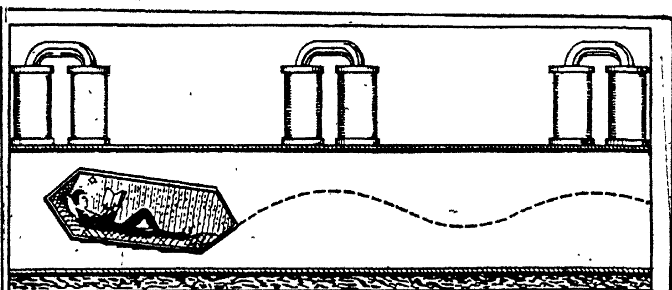
చిత్రం 94

గుండుతో సహా గొలుసు నిటారుగా పైకి లేచింది.

అవశేషాలుండే పేటిక, గాలిలో నిలబడి ఉంటుందని నమ్ముతారు. అయితే అది సాధ్యమేనా? "లెటర్ ఆన్ సండ్రీ ఫిజికల్ మ్యాటర్స్" అనే పుస్తకంలో యూలర్ ఇలా వ్రాశాడు. " మహమ్మదు శవపేటిక అయస్కాంతాల సాయంతో గాలిలో తేలియాడుతూ ఉంటుందంటారు. 100 పౌండ్లదాకా బరువును ఎత్తి ఉంచగల అయస్కాంతాలను మనిషి తయారుచేశాడు గనక పేటిక అలా ఉండడం అసాధ్యమేమీకాదు" (ఈ మాటలు వ్రాసినది 1774లో అప్పట్లో విద్యుదయస్కాంతాలు లేవు.)

ఈ వివరణ కూడా తప్పే. అయస్కాంత శక్తిని ఉపయోగించి, అటువంటి సమతాస్థితిని సాధించగలిగినా, అది ఒక క్షణంపాటు మాత్రమే నిలవగలుగుతుంది. ఏ కొంచెం కదలిక ఏర్పడినా, చివరకు గాలివీచినా, బ్యాలెన్సుతప్పిపోయి పేటిక కిందపడుతుంది. లేదా పైకి ఎగురుతుంది. అలామధ్యలో స్థిరంగా నిలబడడం మాత్రం ఎట్టి పరిస్థితిలోనూ వీలుకాదు. శంకువు ఆకారం గల వస్తువును మొనమీద నిలబెట్టడం సిద్ధాంతపరంగా సాధ్యమే. అయినా వాస్తవానికి మాత్రం వీలుకుదరదు.

మహమ్మదు సమాధిలాంటి పరిస్థితిని అయస్కాంతం సాయంతో చేసిచూడాలంటే, ఆకర్షణను గాక వికర్షణను వాడుకోవడం మంచిది. (భౌతికశాస్త్రం చదువుకున్నవారుకూడా అయస్కాంతాల వికర్షణగురించి మరిచిపోతుంటారు.) అయస్కాంతంలోని సజాతిధృవాలు వికర్షించుకొంటాయి. రెండు ఇనపకడ్డీలను అయస్కాంతాలుగా మార్చి వాటి సజాతిధృవాలు ఎదురెదురుగా ఉండేట్లు ఏర్పాటుచేస్తే అవి వెంటనే పక్కకు కదిలిపోతాయి. ఈ అయస్కాంతాల బలం సరిగ్గా ఎంచుకుంటే ఒక వస్తువు రెండింటి మధ్యన, దేనికీ తగలకుండా నిలబడేట్లు ఏర్పాటు చేయవచ్చు. ఎగిగే అయస్కాంతాన్ని పక్కకు కదిలిపోకుండా, అయస్కాంత పదార్థాలు వాడవలసిరావచ్చు. ఈ పరిస్థితులన్నీ సాధ్యమయే పక్షంలో 'మహమ్మదు సమాధి' లాంటి వాటిని సాధించవచ్చు.



చిత్రం 95. ప్రొఫెసర్ వైన్‌బెర్గ్ పథకంలో ఘర్షణలేని రైలుమార్గం

కదిలే వస్తువుమీద ప్రయోగించినట్లయితే, అయస్కాంతపు ఆకర్షణశక్తి వల్లకూడా ఇటువంటివి సాధించవచ్చు. విద్యుదయస్కాంతాల సాయంతో నడిచే, రాపిడిలేని రైల్వే'లో ఇదే మూలసూత్రం (చిత్రం 95) దీన్ని సోవియట్ భౌతికశాస్త్రవేత్త బి.పి. వైన్‌బర్గ్ సూచించారు. దీనివల్ల మనం తెలుసుకోదగిన అంశాలు చాలా ఉన్నాయి. అందుకే వివరంగా దానిగురించి చూద్దాం.

విద్యుదయస్కాంత రవాణా

వైన్‌బర్గ్‌గారి ప్రణాళిక ప్రకారం పనిచేసే రైల్లో పెట్టెలకు బరువు ఉండదు. విద్యుదయస్కాంతాల ఆకర్షణ శక్తి, వీటి బరువును హరిస్తుంది. ఆ పెట్టెలు పట్టాలమీద పరుగెత్తవు. నీటిలో ఈదవు. గాలిలో ఎగరవుకూడా. వాటికి కనిపించే ఆధారాలేమీ ఉండవు. ఉండేదల్లా కంటికి కనబడని 'అయస్కాంతబలాలు' అనే మోకులు. వాటికి ఘర్షణ ఉండదు గనక, ఒకసారి కదలడం మొదలెడితే, జడత్వం కారణంగా అలా కదులుతూనే ఉంటాయి. వాటిని లాగడానికి ఇంజను అవసరంలేదు.

ఆ రైలు పనిచేసే పద్ధతి ఇది!. రైలు పెట్టెలు గాలిపూర్తిగా తొలగించిన రాగిగొట్టంలో ఉంటాయి. పెట్టెలకు గాలివల్ల నిరోధకత ఉండదు. అవి గొట్టాన్ని ఎక్కడా తాకవుగనక ఘర్షణ అనే సమస్యకూడాలేదు. విద్యుదయస్కాంతాల బలమయిన ఆకర్షణవల్ల పెట్టెలు గాలిలేనిగొట్టం మధ్యలో వేలాడుతుంటాయి. ఆ గొట్టంపైన అయస్కాంతాలు సరయిన దూరాల్లో వరుసగా ఏర్పాటుచేయబడి ఉంటాయి. వాటివల్లనే రైలు నేలనుగాని కప్పునుగానీ తగలకుండా ముందుకు కదులుతుంది. పైనుండే అయస్కాంతాలు రైలును ఆకర్షిస్తుంటాయి. ఈలోగా గురుత్వాకర్షణ వాటిని కిందకు లాగుతుంది. అవి క్రిందపడేలోగా తర్వాతి అయస్కాంతం పైకి లాగుతుంది. అలాపైకి కిందకు వంపులు తిరుగుతూ, కుదుపు రాపిడి లేకుండా ముందుకుసాగుతుంది. అంతరిక్షంలో ఒక గ్రహం కదిలినట్లే, రైలుకూడా గొట్టంలోని శూన్యంలో కదులుతుంది. ఇందులోని పెట్టెలు జెప్పెలిన్ విమానంలాగా రెండున్నర మీటర్ల పొడుగు 90 సెంటీమీటర్ల ఎత్తుంటాయి. శూన్యంలో నడుస్తాయి గనక వాటిలో గాలి చొరవడకుండా ఏర్పాటుంది. అవి కేవలం ఫిరంగిగుండుతో మాత్రమే పోల్చడానికి వీలుండే వింతపద్ధతిలో బయలుదేరతాయి. భేదమల్లా ఇక్కడ ఫిరంగి అనేది కేవలం విద్యుదయస్కాంతం మాత్రమే. ఒక ఇనపకడ్డీచుట్టూ తీగచుట్టి అందులో విద్యుత్తుప్రసరింపజేస్తే, సోలినాయిడ్ అనబడే ఆ కడ్డీ ఇతర ఇనుప వస్తువులను ఆకర్షించ గలుగుతుందనే సిద్ధాంతం ఆధారంగా, ఈ పని జరుగుతుంది. తీగచుట్టు ఎక్కువయి అందులో విద్యుత్తు ఎక్కువయిన కొద్దీ,దాని ఆకర్షణ బలం కూడా ఎక్కువవుతుందనేది కూడా ఇందులో ఉపయోగపడుతుంది. ఈ బలం సాయంతో బయలుదేరిన పెట్టెలు, లోపల ఘర్షణ లేకపోవడంతో, జడత్వం కారణంగా, మరో అయస్కాంతం ఆపేదాకా, ఒకేవేగంతో ముందుకు సాగుతూనే ఉంటాయి.

ఈ ప్రణాళికను తయారుచేసిన నిపుణుడు అందించిన మరికొన్ని వివరాలు :

"టామస్క్ ఇనిస్టిట్యూట్ ఆఫ్ టెక్నాలజీ"లోని భౌతికశాస్త్ర పరిశోధనశాలలో దీన్ని గురించి ప్రయోగాలు చేసినపుడు నేను, 32 సెంటీమీటర్ల వ్యాసంగల గొట్టంవాడి దానిమీద అయస్కాంతాలను ఏర్పాటుచేశాను. లోపల కారు బరువు 10 కిలోగ్రాములు అది ఒక ఇనుపగొట్టం. వెనకాముందు, చక్రాలుంటాయి. ముందు కొసదేరి ఉంటుంది. ఇసుక సంచుల అధారంగా నిలబెట్టిన చెక్కలోని ఆ భాగం గుద్దుకుని కారును అపుతుంది. నేను తయారుచేసిన గొట్టం కేవలం ఆరున్నర మీటర్ల వ్యాసంగల వృత్తంగా ఉండడంతో లోపల అంతచోటు లేకపోయింది. అందుకే కారు గంటకు 6 కి.మీలకన్నా వేగంగా పరుగెత్తలేకపోయింది. ప్రయాణ ప్రారంభం జరిగే చోట మూడుమైళ్లపొడుగు సొలెనాయిడ్‌ను ఏర్పాటుచేసి గంటకు 800 నుండి 1000 కి.మీల వేగం సులభంగా సాధించవచ్చునని నేను నమ్మకంగా చెప్పగలను. ఆవేగం అలాగే నిలబడుతుంది. అందుకు ఖర్చుకూడా ఏమీఉండదు.

ఈ రైల్వే, ముఖ్యంగా రాగిగొట్టం ఏర్పాటుచేయాలంటే చాలా ఖరీదవుతుంది. అయితే తర్వాతమాత్రం రైళ్లవేగం నిలబెట్టడానికి ఖర్చు అవసరంలేదు. ఇంజను డ్రైవర్లు కండక్టర్లుకూడా అవసరంలేదు. ఒక కిలోమీటరు ప్రయాణానికి, కోపెక్కులో వందలో వెయ్యవవంతుకూడా ఖర్చుకాదు. జంట గొట్టాలతో రైల్వే ఏర్పాటుచేస్తే రోజుకు 15,000 మంది ప్రజలను 10,000 టన్నుల బరువును చేరవేయవచ్చు.

అంగారకవాసుల దండయాత్ర

భారతదేశంలోని ఒక కొండ, ఇనుప వస్తువులన్నింటినీ తనకేసి బలంగా ఆకర్షించుకునేదని తనకాలంలో ఒక కథ ప్రచారంలో ఉన్నట్లు రోమన్ జ్ఞాని ప్లైనీ ఒకచోట రాసుకున్నాడు. దురదృష్టవశాత్తు నావికుడెవరయినా తన ఓడతో ఆ ప్రాంతానికి వెళితే, అందులోని మేకులు మరలు మొత్తం లాగివేయబడి, ఓడతోబాటు సముద్రం పాలవుతాడు. – ఈ విషయాన్ని తర్వాత అరేబియన్ రాత్రుల కథల్లోకి చేర్చుకున్నారు.

ఇది కేవలం ఒక కథే తప్ప మరేమీ కాదు. అయస్కాంతపు కొండలు, లేదా, మాగ్నటైట్ పుష్కలంగా ఉండే కొండలు ఉన్నమాట నిజమే. ఉరల్ పర్వతాల ప్రాంతంలో ఇటువంటిదొకటి వుంది. ఇప్పుడక్కడ మాగ్నటొగొర్స్క్ బ్లాస్ట్ ఫర్నేస్‌లు వున్నాయి. ఇటువంటి కొండల ఆకర్షణ శక్తి చాలా తక్కువ, ప్లైనీ వర్ణించినలాంటి కొండమాత్రం ఈ భూగోళం మీద లేదు. ఇప్పటి కాలంలో ఇనుము, ఉక్కుభాగాలు లేని పడవలు తయారుచేసేది ఇటువంటి కొండలకు భయపడికాదు. భూమియొక్క అయస్కాంతత్వం గురించి పరిశోధించడానికి వాటిని వాడుకుంటారు.

ప్లైనీ కథలోనుండి అంశాన్ని గ్రహించి కర్ట్ లాస్విట్జ్ అనే రచయిత ఒక కథ రాశాడు. "ద టు ప్లానెట్స్" అనే ఈ నవలలో అంగారక గ్రహవాసులు భూమిమీద దండెత్తి ఒక వింత ఆయుధాన్ని వారిమీద ప్రయోగిస్తారు. ఈ అయస్కాంత, లేదా విద్యుదయస్కాంతపు ఆయుధం సాయంతో వారు భూవాసుల దగ్గరకుకూడా

చేరనవసరంలేకుండా వారిని నిరాయుధులుగా చేయగలుగుతారు. ఆ యుద్ధం గురించిన వర్ణన ఇది.

"తళతళలాడుతూ అశ్వికులు ముందుకు దూసుకువస్తున్నారు. వారి నిస్వార్థ సేవానిరతిని చూస్తే శత్రుమూకలను, ఎంతటి బలవంతులయినా సరే, వెనక్కు తిప్పికొట్టేట్టున్నారు. శత్రువిమానాల్లో మరోసారి కలకలం బయలుదేరింది. వారు లొంగిపోతున్నారేమోనన్నట్లు ఆకాశంలోదిగసాగారు.

సరిగ్గా అదే సమయంలో,క్షేత్రం అంచులమీద కనిపించిన నల్లని తెర విస్తరించసాగింది. అది టేబుల్ గుడ్డలాగ మడతలు విచ్చుకుని విమానాల మధ్యన విస్తరించింది. అశ్వికుల మొదటి వరుస దాని నీడ కిందకు రాగానే, అది అతివేగంగా పనిచేసింది. హాహాకారాలు హృదయ విదారకంగా మిన్నుముట్టాయి. గుర్రాలు, రౌతులు పడిపోయారు. కత్తులు బల్లాలు, తుపాకులు అన్నీపైకి ఎగిరిపోయి, ఆ విచిత్రయంత్రానికి అంటుకోసాగాయి.

"ఆ యంత్రం కొంచెం పక్కకు తిరిగి అంటుకున్న ఇనుపవస్తువులన్నింటినీ దూరంగా కిందపడేసింది. మరోసారి మిగతా ఆయుధాలన్నింటినీ ఊడ్చుకుపోవడానికన్నట్లు తిరిగి వచ్చింది. అశ్వికులెవరూ తమ కత్తులను, బల్లాలను కాపాడుకో లేకపోయారు.

ఈ యంత్రాన్ని అంగారకవాసులు కొత్తగా కనుగొన్నారు. అది అన్ని ఇనుము ఉక్కు వస్తువులను బలంగా తనవేపు లాక్కుంటుంది. అంగారకవాసులు శత్రువులకు ఎటువంటిహాని చేయకుండా ఆకాశంనుండే, ఆయుధాలన్నింటినీ లాగేసుకున్నారు.

ఆకాశంలో ఆ అయస్కాంతం ఇక కాల్బలం వారివేపు కదిలింది సైనికులు తమ తమ తుపాకులను గట్టిగా పట్టుకున్నా ఫలితం లేకపోయింది. ఎదురులేని శక్తి ఏదో వారినుండి ఆయుధాలను లాక్కుంది. మరీ గట్టిగా పట్టుకున్నవారు ఆయుధాలతోబాటు గాలిలోకి ఎగిరారు. కొన్ని నిమిషాల్లో మొదటి దళం పూర్తిగా ఆయుధాలను కోల్పోయింది. యంత్రం మిగతా దళాలను తరుముతూ నగరం వేపు కదిలింది. వారికి అదే గతిపడుతుంది.

అది ఫిరంగి దళాలనుకూడా వదలలేదు".

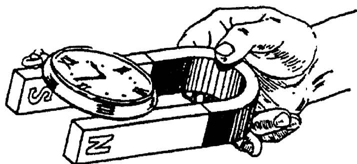
గడియారాలు, అయస్కాంతత్వం

"అయస్కాంత శక్తిని అడ్డుకోగల తెరను తయారుచేయడం వీలుకాదా? అని అడగాలని మీ కనిపించలేదా? అది తప్పకుండా వీలవుతుంది. అలాంటి ఏర్పాటేదయినా చేసుకుని ఉంటే, అంగారకవాసుల ఆశ్చర్యకరమయిన అస్త్రానికి ఎదురునిలిచే వీలుకలిగేది.

అయస్కాంత శక్తికి అడ్డునిలవగల పదార్థం, అతిసులభంగా అయస్కాంతంగా మారే ఇనుము ఒకటేనంటే విచిత్రంగదూ! ఒక ఇనుపవలయం లోపల పెట్టిన దిక్సూచి సూదిమీద, వలయం వెలుపల ఉండే అయస్కాంతం ప్రభావం చూపజాలదు. అలాగే గడియారపు లేసు గనక ఇనుముతో చేసిందయితే లోపలి స్టీలుభాగలను అది అయస్కాంతశక్తి నుండి కాపాడగలుగుతుంది. ఒక బంగారం గడియారాన్ని, గుర్రపునాడా అయస్కాంతపు ధృవాలమీద ఉంచితే, లోపలి భాగాలన్నీ, ముఖ్యంగా

వెం(టుక మందం తీగతో తయారుచేసిన స్ప్రింగు, అయస్కాంతంగా మారిపోతాయి. ఇక ఆ గడియారం ఎప్పుడూ సరిగా పనిచేయదు. (స్ప్రింగును గనుక ఇన్వార్ అనే ప్రత్యేక మిశ్రలోహంతో తయారుచేసినట్లయితే, అందులో ఇనుము నికిల్ ఉన్నప్పటికీ, అది పాడుకాదు.) పాడయిన గడియారాన్ని మాత్రం బాగుచేయడం కుదరదు. అందులోని భాగాలన్నింటినీ మార్చవలసిందే. కాబట్టి బంగారం గడియారం తీసుకుని అయస్కాంతంతో పరీక్షించేందుకు మాత్రం ప్రయత్నించకండి. నష్టపోతారు.

అదే మీ గడియారపు కేసు, ఇనుము లేదా స్టీలుతో చేసినదయితే మీరు నిర్భయంగా ఈ ప్రయోగం చేసి చూడవచ్చు. ఈ రెండు లోహాలలోనుండి అయస్కాంతబలాలు ప్రసరించవు. మీరు ఆ గడియారాన్ని బలమయిన డైనమో ముందు ఉంచినా సరే



చిత్రం 96. గడియారంలోని ఉక్కు భాగాలకు అయస్కాంతత కలుగకుండా కాపాడేది ఏమిటి?

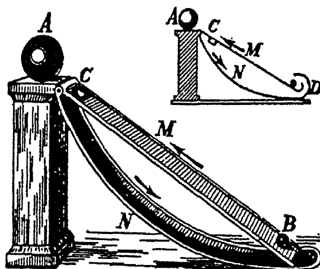
ఎప్పటిలాగే టిక్కుటిక్కుమంటూ తిరుగుతుంది. అందుకే ఎలెక్ట్రికల్ ఇంజనీర్లకు, సాంకేతిక సిబ్బందికి, చవకయిన ఇనుపకేసు గడియారాలే మేలు.

అయస్కాంతంతో 'నిరంతర చలన' యంత్రాలు

నిరంతర చలన యంత్రాలను కనుగొనడానికి జరిగిన ప్రయత్నాలలో అయస్కాంతం వహించిన పాత్ర తక్కువేమీకాదు. ఈ యంత్రాలను తయారుచేయదలచిన దురదృష్ట వంతులెందరో తమ శక్తినంతా ధారపోసి అయస్కాంతాలతో ఫలితం సాధింపజూచారు. 17వ శతాబ్దిలో ఛెస్టర్‌లో మతాచార్యుడుగా పనిచేసిన ఆంగ్లేయుడు జాన్ విల్కిన్స్ వర్ణించిన ఒక యంత్రం వివరాలు క్రింద ఇవ్వబడ్డాయి.

A అనే స్తంభంమీద బలమయిన అయస్కాంతం ఒకటి ఉంటుంది. దానికి ఆనుకుని M, N అనే రెండు ఏటవాలు గాడులు ఉంటాయి. పైనుండే గాడిలో పై చివరలో C అనే రంధ్రం ఉంటుంది. క్రింది గాడి N వంపు దిరిగి ఉంటుంది. ఈ ఏర్పాటు పనిచేసే విధానాన్ని ఇలా ఊహించారు. ఒక చిన్న ఇనుపగుండును పై గాడి M మీద పెడతారు. అది అయస్కాంతం A యొక్క ఆకర్షణ శక్తి వల్ల కదిలి పైకి చేరుతుంది, అక్కడుండే రంధ్రంగుండా అది క్రింది ఏటవాలు తలం N మీద పడుతుంది. దాని మీదుగా కిందకు జారి జడత్వం వల్ల వేగంగా కదిలి D అనే మలుపు తిరుగుతుంది. తిరిగి M మీదకు చేరుకుంటుంది. అక్కడినుండి

మళ్లీ ఒకసారి అయస్కాంతశక్తి వల్ల పైకి పాకుతుంది. మళ్లీ కిందపడుతుంది. ఈ రకంగా అది నిరంతరంగా క్రిందకు మీదకు తిరుగుతూనే ఉంటుంది. ఈ రకంగా 'నిరంతర చలనయంత్రం' తయారుచేయవచ్చునని పరిశోధకుడు అనుకున్నాడు.



చిత్రం 97. మోసపు 'శాశ్వత చలన' యంత్రం.

అయితే అతను తప్పుచేసిందెక్కడ? దాన్ని సులభంగానే గుర్తించవచ్చు. N మీద క్రిందకు జారిన గుండుకు, D వంపు తిరగడానికి అవసరమయిన చలనవేగం ఉంటుందని అతను ఎందుకు అనుకున్నాడు. ఇలా జరగాలంటే గుండుమీద కేవలం గురుత్వాకర్షణ ఒకటే పనిచేయాలి. ఇక్కడ మరి ఇంకొక శక్తికూడాఉంది. గుండును B నుండి C దాకా ఆకర్షించగలిగిన అయస్కాంతశక్తి అది. ఆ ఆకర్షణ కారణంగా గుండు N మీద జారుతున్నప్పుడు వేగం అంతగా పెరగదు. పైగా, అది నెమ్మదిగా కిందకు జారుతూ వచ్చి, చేరుతుంది. అది ఎంతవేగంగా వచ్చినా సరే వంపు తిరగ గలిగినంత మాత్రం ఉండదు.

ఇటువంటి ప్రణాళికలు రకరకాల మార్పులు చేసి ఎన్నో ప్రయత్నాలు జరిగాయి. అలా వచ్చిన శాశ్వత చలన యంత్రాలలో ఒకదానికి విచిత్రంగా పేటెంటు కూడా ఇవ్వబడింది. శక్తి నిత్యతా సిద్ధాంతాన్ని కనుగొన్న ముప్పయి సంవత్సరాల తర్వాత 1878లో ఈ విచిత్రం జరిగింది. ఈ యంత్రాన్ని కనుగొన్న వ్యక్తి, తన యంత్రంలోని అయస్కాంత శాశ్వత చలనం గురించి, అధికారులను మోసగించగలిగాడు. ప్రకృతి నియమాలకు వ్యతిరేకంగా ఉండే సూత్రాలమీద ఆధారపడినట్లుంటే, ఏ వస్తువుకయినా పేటెంటు హక్కులు ఇవ్వకూడదని నియమాలున్నాయి. అయితే ఆ రకంగా ఇవ్వబడిన ఒకే ఒక పేటెంటు స్వంతదారుడు, త్వరలోనే, నిరాశాపాలయ్యాడు. రెండోళ్ళలోనే అతను తను పేటెంటు హక్కుకు కట్టవలసిన రుసుము కట్టడం ఆపేశాడు. ఇప్పుడా యంత్రాన్ని ఎవరయినా స్వంతం చేసుకోవచ్చు. అయితే, ఆ యంత్రం ఎవరికి కావాలి?

పురావస్తుశాల సమస్య

పురావస్తుశాలల్లో నిపుణులు చాలా తరుచుగా పాతపుస్తకాలతో పనిచేయవలసి

వస్తుంది. అయితే అవి బాగా పెడుసయి ఉంటాయి. రెండు పేజీలను విడదీయాలని చూచినా, నుసిగా పోతుంటాయి. అయితే మరి ఈ పుస్తకాలను వాడుకొనేదెట్లా?

ఇటువంటి సమస్యలకు సమాధానాలు వెదకడంకోసం, సోవియట్ అకాడమీ ఆఫ్ సైన్సెస్ వారు ప్రాచీన గ్రంథాలు పత్రాల పునరుద్ధరణకోసం ఒక పరిశోధనశాలను ఏర్పాటుచేశారు. పుస్తకాల విషయంలో వారు విద్యుత్తును వాడుకుంటున్నారు. వ్రాతప్రతులకు విద్యుదావేశం కలగజేస్తారు.

పేజీలకు ఒకేరకమయిన విద్యుత్తు అందడంతో అవి వికర్షించుకుని, సులభంగా విడిపోతాయి. అ తరువాత ఆ పేజీలను జాగ్రత్తగా తీసి భద్రపరచడం నిపుణులకు అంత కష్టమేమీకాదు.

మరొక 'పనిచేయని' శాశ్వతచలన యంత్రం

నిరంతర చలన సమస్యను పరిష్కరించడానికి పూనుకున్నవారిలో చాలామందికి ఈమధ్యన ఒకడైనమోను, ఒక ఎలెక్ట్రిక్ మోటారును కలిపి పనిచేయిస్తే చాలుననే ఆలోచన కలుగుతున్నది. ప్రతిఏటా ఇటువంటి యంత్రాలు కనీసం అరడజను, నాదగ్గరకు, సలహాలకోసమని పంపుతుంటారు. వీటన్నింటిలోనూ మూలసూత్రం ఒకటే ఎలెక్ట్రిక్ మోటారునుండి ఒక బెల్టును డైనమోకు బిగించాలి. డైనమోనుండి విద్యుత్తీగను మోటారుకు కనెక్ట్‌చేయాలి. డైనమోను ఒకసారి తిప్పి పనిచేయడం మొదలుపెట్టేలా చేస్తే, అందులో పుట్టిన కరెంటుతో మోటార్ నడుస్తుంది. మోటారునుండి పట్టా బిగించాం గనుక, దానివల్ల డైనమో నడుస్తుంది. అంటే రెండు యంత్రాలు ఒకదాన్ని మరొకటి పనిచేస్తాయని, ఈ నిరంతర చలనం పిచ్చిపట్టినవారి ఆశ. అలా ఆ యంత్రాలు ఆగడమనే ప్రశ్న లేకుండా, అరిగిపోయేదాకా తిరుగుతుంటాయని వారనుకుంటారు.

ఇదేదో బాగానే ఉందనిపిస్తోంది. అయితే ఈ రకమయిన ప్రయత్నాలు చేపట్టిన వారు అందరూ నిరాశాపాలయ్యారు. ఆశ్చర్యంగా ఆ యంత్రాలు పనిచేయలేదు. రెండు యంత్రాలు నూటికి నూరుపాళ్లు మంచివయినప్పటికీ, ఘర్షణ అనే పరిస్థితి లేకపోతే తప్ప తిరగవు. ఈ రెండుయంత్రాలు, లేదా వాటి కలయికతో ఏర్పడ్డ ఒకే యంత్రం, తనంతానే పనిచేయించుకోవాలి. ఘర్షణలేకుంటే, అది నిరంతరంగా తిరిగేదే. అయితే అలా తిరగడం వల్ల వచ్చే లాభం ఏమీ ఉండదు. దానిచేత ఏదయినా పనిచేయించాలని ప్రయత్నించిన మరుక్షణం ఘర్షణ మొదలవుతుంది. యంత్రం ఆగిపోతుంది.

ఈ ఏర్పాటుతో 'నిరంతర చలనం' వస్తుందేమోగాని, నిరంతర చలన యంత్రం మాత్రం రాదు. ఈ చెప్పినదంతా రాపిడి లేనప్పుడు మాత్రమే నిజమవుతుంది. కానీ రాపిడి ఉందిగాబట్టి ఈ యంత్రాలు అసలు, పని ప్రారంభించడమే అసాధ్యం.

నిరంతర చలనం సాధించాలనుకునే వాళ్లు, సులభంగా రెండు గిలకచక్రాలను తీసుకుని వాటి రెంటిమీదుగా తాటిని బిగించి, తిప్పితే సరిపోతుందని ఎందుకు

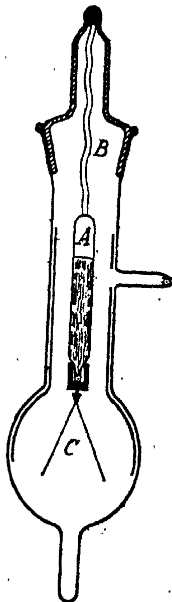
అనుకోవడం లేదో! పై చెప్పిన యంత్రంలో మూలసూత్రం గనక నిజమయే పక్షంలో ఈ చక్రాలు కూడా ఒకదాన్ని ఒకటి తిప్పగలవని అనుకోవచ్చుగదా! అంతెందుకు? నిజానికి రెండవ చక్రంకూడా అవసరంలేదు. ఒకే చక్రాన్ని తిప్పితే చాలు. అందులో ఒక సగం మరొక సగాన్ని, ఆ మరొక సగం మొదటి సగాన్ని తిప్పగలిగి ఉండాలి!

ఇవన్నీ నిజమయిన అర్థంలేని ఆలోచనలు. నిరంతర చలనంకోసం కృషిచేసే వారి ఉద్దేశం ఇందులో ఉద్దేశం ఒకటే అయినా, ఈ ఆలోచనల వల్ల కనీసం వారికికూడా ఆనందం కలగదు.

"ఇంచుమించు నిరంతర చలన" యంత్రం

ఈ మాటవింటే గణితశాస్త్రజ్ఞులు ఒప్పుకోరేమో. ఉంటే నిరంతర చలనం ఉండాలి. లేకుంటే ఉండకూడదు. అంతేగాని ఈ ఇంచుమించు పరిస్థితి ఏమిటి? అయితేసమస్యను మరొక దృక్కోణం నుంచి చూడాలి. కనీసం వెయ్యి సంవత్సరాల దాకా అంతరాయం లేకుండా పనిచేసే యంత్రం ఉందంటే చాలామంది సంతృప్తి పడతారేమో. మనిషి జీవితకాలం చిన్నది. దానితో పోలిస్తే వెయ్యి సంవత్సరాలంటే

చిత్రం 98. 1600 ఏళ్లు ఆగకుండా నడిచే రేడియం గడియారం.



అనంతకాలం కింద లెక్క. ఈ లెక్కన కొంచెం అర్థంచేసుకోగలిగినవారు, సామభూతిగలవారు 'నిరంతర చలన యంత్రాలు' వచ్చాయనే అనుకుంటారు. అయితే, అది ఇంతకూ సాధ్యమేనా?

సాధ్యమే. వెయ్యేళ్లు ఉండే యంత్రాన్ని కనుగొన్నారు. డబ్బులుంటే దాన్ని ఎవరయినా స్వంతంచేసుకోవచ్చు. అదొక రహస్యంకాదు. దాన్ని పేటెంటు చెయ్యలేదు. సాధారణంగా 'రేడియం గడియారం' అని పిలువబడే ఈ యంత్రాన్ని 1903లో ప్రొ.స్ట్రెట్ కనుగొన్నాడు. అది చాలా సులభమయిన అమరిక (చిత్రం 98). ఇదొక చిన్న గాజుగొట్టం. ఇందులోగాలి పూర్తిగా తొలగించి సీలువేసిన గాజుజాడీ ఒకటి ఉంటుంది. అందులో క్వార్ట్జ తీగ B నుండి గ్రాములో కొన్నివేలవంతు బరువుగల రేడియం లవణాలు వేలాడదీయబడి ఉంటాయి. గొట్టం . మరో చివరన, ఎలెక్ట్రొస్కోపులోలాగ, రెండు పలచని బంగారురేకులు ఉంటాయి. రేడియం మూడురకాల వికిరణాలను వెదజల్లుతుందని మీకు తెలిసే ఉంటుంది. అవి ఆల్ఫా, బీటా, గామా అనే రకాలు. ఇక్కడ మనకు ఉపకరించేవి బీటా కిరణాలు. అవి గాజులోంచి సులభంగా చొచ్చుకుపోతాయి. వాటిలోని కణాలయిన ఎలెక్ట్రానులకు ఋణవిద్యుదావేశం ఉంటుంది. అలా బీటా కిరణాలు ఋణ విద్యుత్తును వెలికి తేసుకుపోయిన కొద్దీ, రేడియంలో ధనవిద్యుత్తు ఆవేశం ఎక్కువవుతుంది. ఈ ఆవేశం బంగారు రేకులకు చేరుతుంది. సజాతి విద్యుత్తు కలిగిన అవి ఒకదాన్ని మరొకటి వికర్షించుకుంటాయి. వెనక్కుకదిలి జాడీగోడలకు తగులుతాయి. వాటి విద్యుదావేశం, అక్కడ ఏర్పాటుచేసిన తగరం రేకులోకి చేరుతుంది. అందులోంచి విద్యుత్తు ప్రసరిస్తుంది. అవి కదులుతాయి. ప్రతి ఎలెక్ట్రాను ఆవేశానికి, ఈ చర్యంతా మరోసారి జరుగుతుంది. ఈ చర్య లోలకంవలె క్రమం తప్పకుండా ప్రతిమూడు నిమిషాలకు ఒకసారి జరుగుతుంది. అందుకే ఈ నిర్మాణానికి గడియారం అనిపేరు పెట్టారు. రేడియం పూర్తిగా నశించేవరకు, అంటే, దశాబ్దాలు, శతాబ్దాలపాటు ఈ చర్యలు కొనసాగుతాయి. అయితే ఇది 'నిరంతర చలనం' అని పించుకోదు.'ప్రసాదిత చలనం' మాత్రమే అవుతుంది.

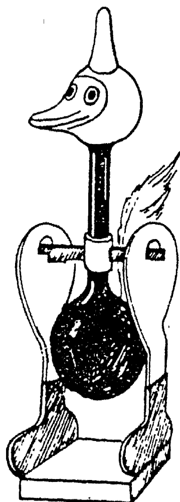
రేడియం ఎంతకాలంపాటు కిరణాలను వెదజల్లుతుంది? రేడియంయొక్క అర్ధజీవన అవధి 1,600 సంవత్సరాలని పరిశోధకులు కనుగొన్నారు. కాబట్టి ఈ రేడియం గడియారం ఆగకుండా వెయ్యి సంవత్సరాలు కనీసం పనిచేస్తుంది. రాను రాను కదలికల చురుకుదనం, తగ్గే విద్యుదావేశంతో బాటు తగ్గుతుంది. ఇటువంటి గడియారాన్ని, రష్యాదేశం స్వతంత్రదేశంగా ఆవిర్భవించినప్పుడు, పనిచేయడం మొదలు పెట్టిఉంటే ఇప్పటివరకు అది కదులుతూనే ఉండేది.

ఈ ప్రసాదిత చలన యంత్రంవల్ల ఏదయినా ఉపయోగం ఉంటుందా? దురదృష్ట వశాత్తు ఏమీ ఉండదు. దానిశక్తి, లేదా ప్రతి సెకండుకు అది చేసేపని చాలాతక్కువ. అది మరే ఇతర యంత్రాన్ని కదిలించజాలదు. ఏదయినా పనిచేయాలంటే ఇందులో రేడియంను పెద్దమొత్తాలలో వాడవలసి ఉంటుంది. రేడియం అంతసులభంగా లభ్యంకాదు. పైగా ఎంతో ఖరీదయినది. కాబట్టి ప్రసాదిత చలన యంత్రం అనేది అర్థంలేని ఆలోచన!

దాహంతీరని పక్షి

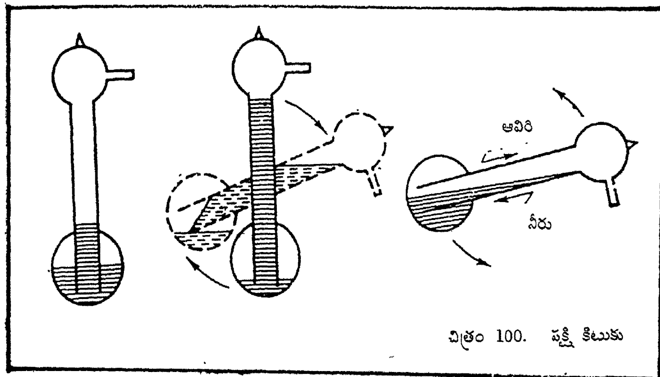
అంతులేకుండా, ఆశ్చర్యం, ఆనందం కలిగించె చైనా ఆటబొమ్మ ఒకటి ఉంది. దానిపేరు 'దాహం తీరని పక్షి' నీరుండే పాత్రముందు పెడితే, ఈ పక్షి వంగి, తనముక్కు నీటిలో ముంచి "నిండా నీరు తాగిన" తర్వాత లేచి నిలబడుతుంది. కొంచెం సేపుతర్వాత అది మళ్లీ నెమ్మదిగా ముందుకు వంగి, నీరుత్రాగి మళ్లీ లేచి నిలబడుతుంది. ఇదికూడా ఒక ప్రసాదిత చలనయంత్రం. ఇందులోని సూత్రం మరీ తెలివిగా తయారుచేసినది. చిత్రం 99లో చూడండి. పక్షి శరీరం ఒకగాజుగొట్టం. దాని ఒక చివర్లో తలలాగ ఒక గోళాకారం ఉంటుంది. కిందిచివర అంతకన్నా పెద్దగోళం ఉంటుంది. ఇందులోకి గాలి చొరకుండా ఏర్పాటయి ఉంటుంది. క్రింది పాత్రలో ఈథరు ద్రవం, గాజుగొట్టం అడుగుకన్నా కొంచెం ఎత్తువరకు ఉంటుంది.

చిత్రం 99. తీరని దాహం గల పిట్ట



పక్షిచేత నీరు తాగించాలంటే, దాని తలను ముందు తడపాలి. క్రిందిగోళం తలకన్నా బరువుగనక అది కొంతకాలం నిటారుగానే ఉంటుంది. అప్పుడు ఈథరు గొట్టంలో నెమ్మదిగా పైకి వస్తుంది. (చిత్రం 100). అప్పుడు పక్షిలోని పైభాగం బరువెక్కి అది ముందుకు వాలుతుంది. పాత్రలో ముక్కుముంచి నీరు 'తాగుతుంది.' అది కేవలం తన ముక్కును నీటి పాత్రలో ముంచుతుంది., అంతే. పక్షి అడ్డంగా అయినప్పుడు, గొట్టం అడుగు చివర, ఈథర్ ఉండే ఎత్తుకన్నా పైకి తేలుతుంది. అప్పుడు గొట్టంలోని ఈథర్ మళ్లీ అడుగుగోళంలోకి జరుగుతుంది. దానితో అడుగు

బరువయిన పక్షి తిరిగి నిటారుగా నిలుచుంటుంది. సమస్యలోని యాంత్రికపరమయిన అంశం ఇది: ఈథర్ పైకి కిందకు కదులుతున్నప్పుడు బొమ్మ గరిమనాభి మారుతూ ఉంటుంది.



చిత్రం 100. పక్షి కీటుకు

అయితే ఈథర్ పైకిరావడానికి కారణం ఏమిటి? ఈ ద్రవం మామూలు గది ఉష్ణోగ్రత వద్ద కూడా సులభంగా ఆవిరవుతుంది. అయితే సంతృప్తమయిన ఈథర్‌వాయువు యొక్క ఒత్తిడి మాత్రం ఉష్ణోగ్రతతో బాటు మారుతుంటుంది.

బొమ్మ నిటారుగా నిలుచున్నప్పుడు ఈథర్, రెండు విభిన్నమయిన పరిస్థితుల్లో ఉండే ప్రాంతాలుంటాయి. ఒకటి తల, రెండవది తోక గోళాలు. తలకు తన ఉష్ణోగ్రతను, బయటి ఉష్ణోగ్రతకన్నా తగ్గించుకోగల ప్రత్యేక గుణం ఉంది. ఇందుకోసం దాన్ని సన్నని రంధ్రాలు గల పదార్థంతో తయారుచేస్తారు. అందులోనుంచి తేమ సులభంగా బయటకు, లోపలికి వెళ్లగలుగుతుంది.

ఆవిరవడం చాలా వేగంగా జరిగే పక్షంలో ఉష్ణోగ్రత త్వరగా పడిపోతుంది. తలలోనుండి ఈథర్ ఆవిరయిపోయేసరికి, అక్కడ వేడిమి తగ్గుతుంది. అందుకని అక్కడ ఉండే ఆవిరియొక్క ఒత్తిడి తగ్గుతుంది. క్రింది గోళంలో ఒత్తిడి ఎక్కువగా ఉంటుంది గనుక, ఈథర్ ద్రవం గొట్టంద్వారా పైకి ఎక్కుతుంది. అప్పుడు గరిమనాభి మారి పక్షి కిందకు వంగుతుంది. అప్పుడు రెండు వేరువేరు చర్యలు ఒకేసారి జరుగుతాయి. ముందు పక్షి ముక్కు నీటిలో మునుగుతుంది. దానితోబాటే దాని తలమీద ఉండే టోపీలోని దూదికూడా తడుస్తుంది. రెండవది, రెండుగోళాలలోని ఈథర్ ఆవిరి కలిసిపోతుంది. బయటిగాలి వేడిమివల్ల, ఆవిరివేడిమి కూడా కొంచెం పెరుగుతుంది. రెండుగోళాలలో ఒత్తిడి సమానమవుతుంది. భూమ్యాకర్షణవల్ల గొట్టంలోని ఈథర్ క్రిందకు జారుతుంది. క్రింది గోళం బరువు ఎక్కువయ్యేసరికి బొమ్మ లేచి నిటారుగా నిలబడుతుంది.

పక్షితలమీది దూది తడిగా ఉన్నంతకాలం, బయటి వాతావరణంలో తేమ మరీ ఎక్కువ కానంతవరకు ఈ నీరు త్రాగడం కొనసాగుతూనే ఉంటుంది.

ఈ రెండు పరిస్థితుల వల్ల, ఈథర్ అవిరవడం, తలలోని ఉష్ణోగ్రత తగ్గిపోవడం జరుగుతుంటాయి. ఆ రకంగా బయటి వాతావరణంలోని వెచ్చదనమే, పక్షిని ప్రభావితం చేసి దాన్ని క్రిందకు మీదకు కదిలేలా చేస్తుంది.

భూగోళం వయసెంత ?

కిరణధార్మికతగల ధాతువులు నశించే (రూపంమారే) లక్షణాలకు సంబంధించిన నియమాలను పరీక్షించడంద్వారా, పరిశోధకులకు భూగోళం వయసు కనుగొనడానికి నమ్మకమయిన విధానం దొరికింది.

కిరణ ధార్మికత శిథిలత్వం అంటే ఏమిటి? ఒక అణువు, మరో అణువుగా మారిపోయే చర్య ఇది. దీనికి ఇతరమయిన బయటి పరిస్థితులకు సంబంధంలేదు. ఈ చర్యజరిగే వేగంమీద ఉష్ణోగ్రత , పీడనం మొదలయినవాటికి ఏమాత్రం ప్రభావం లేదనేది ఆశ్చర్యకరమయిన విషయం. (ఉష్ణోగ్రత కోట్ల డిగ్రీల్లో మారితే ఏమయినా ప్రభావం ఉండవచ్చు.) కొన్ని ఖనిజాల్లో ఉండే యురేనియం, తోరియం, ఆక్టీనియం అనే ధాతువులనుండి మొదలయి, కిరణ ధార్మిక ధాతువులన్నీ తయారవుతాయి. ఇవిచాలా వరుసలుగా ఉంటాయి. ఇవన్నీ ఒకదానినుండి మరొకదానిలోకి స్వయంగానే మారిపోతుంటాయి. ఇవన్నీ మారి మారి చివరకు ఏర్పడే పదార్థం ఒకటే. అది లెడ్ లేదా సీసం. అయితే ఈ మూడు వరుసల్లో తయారయే సీసం యొక్క అణుభారం, మామూలు సీసం కన్నా వేరువేరుగా ఉంటుంది. మామూలు సీసం అణువు, హైడ్రోజన్ అణువు కన్నా రమారమి 207 రెట్లు ఎక్కువ బరువుంటుంది. అయితే యురేనియం, తోరియం ఆక్టీనియంల నుండి వరుసల్లో తయారయే సీసంయొక్క బరువుమాత్రం అదే క్రమంలో వరుసగా 206, 207, 208 రెట్లు బరువుంటుంది. ఈ రకంగా సీసం రకాలను సులభంగా గుర్తించవచ్చు.

అప్రయత్నంగా జరిగే మార్పులో, మారుతుండే రసాయనం నుండి, ఆల్ఫా కిరణాలు వెలువడుతాయి. ఆల్ఫా కిరణాలంటే విద్యుదావేశంగల కణాలు, ఇవి హీలియం వాయువు అణువులని కూడా చెప్పవచ్చు. ఈ విద్యుదావేశం గల కణాలకు అమితమయిన వేగం ఉంటుంది. విడుదల అయిన వెంటనే అవి తమ ధనావేశాన్ని పోగొట్టుకుని, సాధారణ హీలియంగా మారి ఖనిజాల్లో ఉండిపోతాయి. అందుకే కిరణ ధార్మికతగల అన్ని ఖనిజాల్లోనూ హీలియం కనబడుతుంది.

హీలియం వాయువు మిగతా అన్ని తేలిక వాయువులలాగే ఇగిరిపోతుంది. కాబట్టి ఖనిజాలలోని హీలియం పాళ్లను బట్టి వాటి వయసు నిర్ధారించడం కొంచెం కష్టం. ఫలితాలు సరిగారావు.

ఇక ఖనిజంలో మిగిలిపోయిన సీసం ఆధారంగా వాటి వయసు లెక్కవేస్తే మరింత సరిగా ఫలితాలు వస్తాయా? 1940 దశకం తొలి భాగంలో, హోమ్స్ అనే బ్రిటిషు భూగర్భశాస్త్రవేత్త, వివిధ భూప్రాంతాలలోని డిపాజిట్లలో సీసం ధాతువుయొక్క

రూపాంతరాలను కొలతవేయ చూచాడు. ఈ లెక్క ఆధారంగా భూగోళం వయసు 3,500 మిలియన్ల సంవత్సర ముంటుందని అతను అంచనావేశాడు. నిజానికి ఆయన లెక్కించిన వయసు భూమిపై పొరదేగాని, భూగోళం మొత్తానిది కాదు. పైగాఅతను, ఈ భూగోళం సూర్యుని నుండి వెలువడిన వాయువులతో తయారయిందని మరొక అబద్ధపు సిద్ధాంతాన్ని తన అంచనాలకు ఆధారంగా ఎంచుకున్నాడు.

1951–52లో వినొగ్రాదోవ్ అనే పరిశోధకుడు, అప్పటికి అందుబాటులోగల సమాచారాన్నంతా విశ్లేషించి కేవలం సీసం రూపాంతరాలకు చెందిన ఆధారాల సాయంతో మాత్రమే భూగోళం వయసు కనుగొనడం అసాధ్యమని, తేల్చాడు. భూమి వయసు 5,000 మిలియన్ సంవత్సరాలకన్నా ఎక్కువ మాత్రం ఉండదని చెప్పవచ్చునన్నాడు. అదే సమయంలో కనీసం 3,000 మిలియన్ సంవత్సరాలు వయసుగలవిగా గుర్తించిన ఖనిజాలు వెలువడ్డాయి. యురేనియం యొక్క రెండు రూపాంతరాలు, వరుసగా 235, 238 అణుభారం గలవి, కిరణ ధార్మికత ద్వారా, ఇతర ధాతువులుగా మారే వేగానికి సంబంధించిన లెక్కలనుకూడా వేశారు. ఆ సమాచారం ఆధారంగా లెక్కించి, భూగోళం వయసు 5,000 నుండి 7,000 మిలియన్ సంవత్సరాల మధ్య ఉంటుందని పరిశోధకులు తేల్చారు.

ఈ వివరాలన్నీ చూచిన తర్వాత భూమి సుమారు 6,000 మిలియన్ సంవత్సరాలనాడు ప్రారంభమయిందని మనం అనుకోవచ్చు. వేరువేరు పద్ధతుల ద్వారా లెక్కించికూడా ఇంచుమించు ఈ సంఖ్యనే కనుగొన్నారు. గాబట్టి, ఈ వయసు సరయినదేనని మనం అనుకోవచ్చు. మానవజాతి చరిత్రతో పోలిస్తే ఈ వయసు నిజంగా చాలా, చాలా ఎక్కువ. ఇక మానవుడి జీవితకాలం సరేసరి!

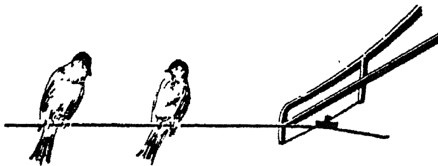
తీగల మీద పక్షులు

కరెంటు తీగలను మనుషులు ముట్టుకోవడం ఎంత అపాయకరమో మీకు తెలుసు. ఇక తీగలు తెగి క్రిందపడడం వల్ల మనుషులు, పశువులు ప్రాణాలు పోగొట్టుకున్న ప్రమాదాలను గురించి మనకు తెలుసు. అయితే మరి పక్షులు మాత్రం కరెంటు ప్రవహిస్తున్న తీగలమీద, అంత హాయిగా ఎలా కూర్చోగలుగుతాయి?

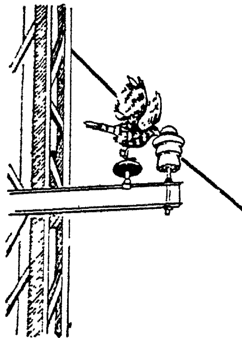
ఈ పరిస్థితిని అర్థంచేసుకోవాలంటే ముందొక విషయం తెలుసుకోవాలి. తీగమీద కూచున్న పక్షి శరీరం, ఆ విద్యుత్తు వలయంలోని ఒక భాగమే. అయితే పక్షి రెండు కాళ్లమధ్యగల అతి స్వల్పమయిన దూరంలో ఉండే నిరోధకత కంటే మొత్తం వలయంలోని నిరోధకత చాలా ఎక్కువ. అందుకని పక్షి శరీరంలోంచి ప్రవహించే అతిస్వల్పమయిన విద్యుత్తు వల్ల అపాయం ఉండదు. కానీ, అదే పక్షి ఒక వేపు తీగమీద కూచుని, తన రెక్కలతో, తోకతో లేదా ముక్కుతో స్తంభాన్ని తగిలినా, లేక ఏరకంగానయినా భూమితో సంబంధంకలిగినా, వెంటనే చచ్చి పడుతుంది. మీరు ఇటువంటి సంఘటనలు చూచి ఉంటారు.

పక్షులు (హై టెన్షన్) ఎక్కువ తీవ్రతగల విద్యుత్తు ప్రవహించే, తీగలకు ఆధారంగా ఉండే భాగాలమీద కూచుని, ముక్కుతో తీగలను పొడుస్తుంటాయి.

అటువంటి సందర్భాలలో ఆ ఆధారంమీద రక్షణపొర ఉండదు. భూమితో సంబంధం ఏర్పడుతుంది గాబట్టి పక్షి వెంటనే షాకుతో చచ్చిపడుతుంది.



చిత్రం 101. విద్యుత్ తంతులపై కూర్చునే పక్షులకు అపాయముండదు ఎందుచేత?



చిత్రం 102. హైవోల్టేజి తీగల స్తంభం మీద పక్షులు వాలడానికి నిరాపాయమైన ఏర్పాటు

ఈ రకమయిన ప్రమాదాలు మరీ తరుచుగా జరగడంతో జెర్మనీలో ప్రత్యేకంగా పక్షుల రక్షణకోసం ఒక కార్యక్రమాన్ని ప్రారంభించారు. హై టెన్షన్ తీగల స్తంభాలమీద విద్యుద్ఘాతం తగలకుండా, రక్షణ ఏర్పరచిన, భాగాలను, పక్షులు కూచోవడానికి అనువుగా ఏర్పాటు చేశారు. (చిత్రం 102) ఆ ఆధారభాగాల మీద కూచున్న పక్షులు కరెంటు ప్రవహిస్తున్న తీగలను ముక్కుతో తగిలినా ప్రమాదం మాత్రం జరగదు. మరికొన్ని సందర్భాలలో పక్షులు తగలకుండా, కరెంటు తీగలమీద, తొడుగులను ఏర్పాటుచేశారు.

మెరుపు వెలుగులో

గాలివాన వాతావరణంలో మెరుపు మెరిసిన క్షణంలో రద్దీగా ఉండే రోడ్డులో దృశ్యాన్ని మీరెప్పుడయినా చూచారా? మీరు బజార్లో కొనుగోలుకు బయలుదేరినపుడు గాలివాన ప్రారంభమయిందనుకుందాం. మెరుపు మెరిసిన ఆ తృటిలో, అంతకు ముందుదాకా, జీవంతో కళకళలాడిన బజారు, ఒక్కసారి స్తంభించి పోయినట్లు

కనబడుతుంది. కదిలే వాహనాలు కూడా, నిశ్చలంగా నిలబడినట్లు అనిపిస్తుంది. వాటి చక్రాలలోని పుల్లలు కూడా స్ఫుటంగా కనబడతాయి.

ఇందుకు కారణం మెరుపు మెరిసే ఆకాలం చాలా చాలా తక్కువ కావడమే. మిగతా విద్యుత్తు మెరుపుల్లాగే, ఈ మెరుపు కూడా ఒక తృటిలో జరుగుతుంది. మనం సాధారణంగా కాలాన్ని లెక్కించే పద్ధతులతో, ఆ వ్యవధిని కొలవడం వీలుకాదు. పరిశోధకులు పరోక్ష పద్ధతుల ద్వారా, మెరుపు మెరిసేందుకు పట్టే సమయం సెకండులో వెయ్యవ వంతుకన్నా తక్కువని తేల్చారు.* ఇంత తక్కువ కాలంలో ఏ వస్తువయినా కదిలే దూరం కంటికి తెలియదు. అవి నిజానికి కదలనే కదలవు. అందుకే రద్దీగా ఉండే బజారు కూడా మెరుపువెలుగులో నిశ్చలమయి కనబడుతుంది. అక్కడ మనకు కనబడేది, క్షణంలో వెయ్యవ వంతులో జరిగే దృశ్యమే. ఒక వాహనం చక్రం ఈ వ్యవధిలో ఒక మిల్లి మీటర్లో కొంతవంతు మాత్రమే కదులుతుంది. ఆ కదలికను మనకళ్లు చూడలేవు.

మెరుపు ఖరీదెంత?

పాత కాలంలో మెరుపు దైవసంబంధమయిన శక్తిగా పరిగణింపబడేది. అప్పుడిటువంటి ప్రశ్న అడగడం అపరాధం అయ్యేది. ఇప్పుడు మాత్రం విద్యుత్తును కొలుస్తున్నారు. అమ్ముతున్నారు. కనుక మెరుపు విలువ ప్రశ్నను ఎవరూ తప్పుపట్టనవసరం లేదు. ఇక మనం చేయవలసింది, ఒక సారి మెరుపు మెరిసినపుడు, ఖర్చయిన విద్యుచ్ఛక్తిని అంచనా వేసి, అమలులో ఉన్న విద్యుత్తు రేట్ల ప్రకారం దానికి విలువ కట్టడం.

ఒక సారి మెరుపు మెరిసినపుడు అందులోని శక్తి సుమారు 50 మిలియన్ వోల్టులు ఉంటుంది. ఇక విద్యుత్ప్రవాహం యొక్క తీవ్రత 2,00,000 ఆంపియర్లుంటుంది. (భవనాల మీద మెరుపునుండి రక్షణ కలిగించడం కోసం ఏర్పాటు చేసిన లైటనింగ్ రాడ్‌ను మెరుపు లేదా పిడుగు తాకినపుడు, దానిలోని తీగచుట్ట ద్వారా కరెంటు పారుతుంది. దాని మధ్యలో ఉండే ఉక్కు కడ్డీ అయస్కాంతమవుతుంది. ఆ అయస్కాంతం బలాన్ని కొలవడం ద్వారానే ఈ విలువలను లెక్కించగలిగారు.) వోల్టులను, ఆంపియర్లతో గుణిస్తే వాటేజి విలువ వస్తుంది. ఈ లెక్క చేసేముందు మనం, మెరుపు మెరిసినపుడు శక్తి సున్నాకు పడిపోతుందనే సంగతి గుర్తుంచుకోవాలి. కాబట్టి సగటు విలువను మాత్రమే లెక్కకు తీసుకుంటే, వోల్టేజీలో సగం వస్తుంది. అప్పుడు వాటేజి కోసం లెక్కవేస్తే

$\frac{50{,}000{,}000 \times 2{,}00{,}000}{2} = 5,000,000,000,000$ వాట్లు వస్తుంది. అంటే 5,000

* మెరుపు కొన్ని పదుల క్షణాల పాటు మెరిసిన సంఘటనలు కూడా ఉన్నాయి. ఇక మెరుపులు ఒక దాని వెంట మరొకటి వస్తే, మొదటి దాని వెలుగు బాటులోనే మరో మెరుపు మెరిసి, వెలుగు మొత్తం ఒకటిన్నర సెకండ్ల కాలం కనిపించినట్లు కూడా సంఘటనలు నమోదయ్యాయి. – సం॥

మిలియన్ కిలోవాట్లు.

ఇన్ని సున్నాలను చూస్తే కరెంటు ధర కూడా బోలెడంత ఉంటుందనిపిస్తుంది. అయితే మనధరలు, కిలో వాట్ అవర్ అంటే గంటకు సరఫరా అయే కిలోవాట్ల చొప్పున లెక్కవేస్తారు. ఆ లెక్కను కూడా మనమిక్కడ గుర్తించాలి. మెరుపు సెకండులో వెయ్యివ వంతు కాలమే ఉంటుంది. ఆ వ్యవధిలో $\frac{5,000,000,000}{3,600 \times 1,000}$కి సమానం, అంటే ఇంచుమించు 1,400 కిలోవాట్ అవర్ల విద్యుత్తు మాత్రమే ఖర్చవుతుంది. ఒక కిలో వాట్ అవర్‌కు 4 కోపెక్కులు. ఈ లెక్కన మెరుపు విలువ 5,600 కోపెక్కులు లేదా 56 రూబుళ్లు.

చాలా ఆశ్చర్యకరం కదూ. ఒక పెద్ద ఫిరంగిని పేల్చినపుడు వెలువడిన శక్తికి వందరెట్లు బలంగల మెరుపు ఖరీదు 56 రూబుల్సే! (రష్యాలో ఇటీవలి వరకు కూడా కరెంటు కారు చవక. ఈ పుస్తకం రాసి చాలా కాలమయినా ధరలు మరీ పెరిగినట్లు లేవు. ఇదే లెక్క మనదేశంలోనయితే విలువ బోలెడంత ఉంటుంది మరి మన దగ్గర యూనిట్ ధర రూపాయికన్నా ఎక్కువ కదా! – అనువాదకుడు)

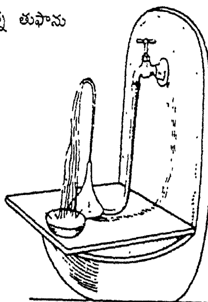
మెరుపును ప్రయోగశాలలో పుట్టించడం సాధ్యమయిందంటే ఆసక్తికరమయిన విషయం. కోటి వోల్టుల శక్తిగల మెరుపును ప్రయోగశాలలో పుట్టించారు. దీనితో పదిహేను మీటర్ల పొడుగు మెరుపుమెరిసింది.

ఇంట్లో గాలివాన

ఇంట్లోనే సులభంగా ఒక ఫౌంటేన్ తయారు చేయవచ్చు. ఇందుకోసం రబ్బరు గొట్టం ఒక చివరను ఎత్తుగా ఉంచిన బకెట్‌లో నీటిలోనో, లేదా కుళాయికి బిగించో ఉంచాలి. ఇక జలయంత్రం జల్లుగా రావాలంటే గొట్టం రెండవ చివర సన్నగా ఉండాలి. ఇందుకోసం లెడ్ తీసేసిన పెన్సిలు ముక్క వాడుకుంటే బాగుంటుంది. సౌకర్యం కోసం పెన్సిలు ముక్కను, తిరగేసిన గరాటు కాడలో నిలబెట్టవచ్చు.

జలయంత్రాన్ని, అరమీటరు ఎత్తుకు నీరు చిమ్మేట్లు ఏర్పాటు చేయండి. నీరు

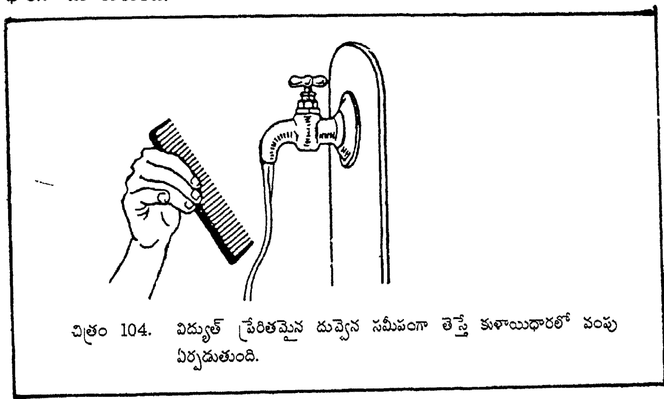
చిత్రం 103. చిన్న తుఫాను



పైకి చిమ్ముతుండాలి. లక్క కడ్డీని గాని ఎబొనైట్ దువ్వెననుగాని, గుడ్డతో రుద్ది ఆ నీటికి దగ్గరగా తీసుకురండి. తుంపరగా పడుతున్న నీరు, ఒక్కసారి ధారగా మారిపోతుంది. ఆ ధార ఒక పళ్లెం మీద పడితే, పెద్ద జడివానతో సమంగా చప్పుడవుతుంది. 'గాలివానలో నీటి బొట్లు, అంతంత పెద్దవిగా ఉండడానికి ఇదే కారణం' అంటాడు ఈ విషయంలో భౌతిక శాస్త్రజ్ఞుడు బాయ్స్. లక్కకడ్డీ, లేదా దువ్వెనను పక్కకు తొలగించగానే, నీళ్లు మళ్లీ తుంపరగా పడతాయి. ధ్వని కూడా తక్కువవుతుంది.

విషయం తెలియని వారికి ఈ ట్రిక్కును చూపించి, మీదగ్గర 'మంత్రదండం' ఉందని నమ్మించవచ్చు.

నీటి చుక్కలు విద్యుత్తుకు గురికావడం వల్లే ఈరకంగా జరుగుతుంది. కడ్డీ, దువ్వెనలకు చేరువగా ఉన్న నీటి బిందువులు ధనావేశం పొందుతాయి. దూరంగా ఉన్నవి రుణావేశం పొందుతాయి. రెండింటి మధ్యన ఆకర్షణ మూలంగా తుంపర, ధారగా మారుతుంది.



చిత్రం 104. విద్యుత్ ప్రేరితమైన దువ్వెన సమీపంగా తెస్తే కుళాయిధారలో వంపు ఏర్పడుతుంది.

నీటి ధార మీద విద్యుత్తు ప్రభావం తెలుసుకోవడానికి మరొక సులభమార్గం ఉంది. దువ్వెనతో కాసేపు దువ్వుకుని, దాన్ని కొళాయినుండి చుక్కచుక్కగా పడుతున్న నీటికి దగ్గరగా తీసుకురండి. అది ధారగా మారుతుంది. దువ్వెనవేపుకు వంగుతుంది కూడా. (చిత్రం 104) ఈ ప్రభావాన్ని గురించి వివరించడం కొంచెం కష్టం. విద్యుదావేశంవల్ల నీటి చుక్కల ఉపరితలంలో బిగువు (తల తన్యత) పెరగడంతో దీనికి సంబంధం ఉంది.

ఘర్షణ జరుగుతుండే తలంలో విద్యుదావేశం జమవుతుంది. అందుకే చక్రాల మీద తిరిగే బెల్టులలో విద్యుత్తు సమకూరుతుంది. అందులోంచి రవ్వలు పుట్టి అగ్నిప్రమాదాలు సంభవించే వీలుంటుంది. ఇలా జరగకుండా ఉండాలని బెల్టులకు వెండి పూత పూస్తారు. వెండిలో విద్యుత్తు ప్రవహిస్తుంది. అందుకే విద్యుదావేశం అందులో ఒకచోట జమ కూడకుండా ఉంటుంది.

కాంతి పరావర్తనం, వక్రీభవనం, దృష్టి

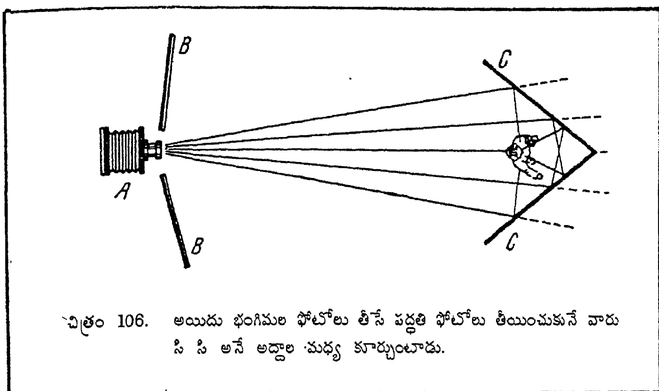
అయిదు ముఖాల ఫోటో

చిత్రం 105 లో ఒక వింత ఫోటోగ్రాపు కనబడుతుంది. అందులో ఒకే మనిషి అయిదు వేరువేరు కోణాలలో కనబడతాడు. ఒక వ్యక్తిని గురించిన ఎక్కువ వివరాలు చూపుతాయి. గనుక, ఇటువంటి ఫోటోలు మామూలు వాటికన్నా ఎంతో ఉపయోగకరం. ఫోటో తీసేటప్పుడు మిమ్మల్ని బాగా చూపాలని ఫోటోగ్రాఫరు పడే తంటాలు మీకు తెలియనివి కావు. అయిదు ముఖాల ఫోటోలో ఆ శ్రమ అవసరం లేకుండా అయిదు ఫోటోలు వస్తాయి. అందులో మీకు నచ్చిందేదో మీరే ఎంచుకోవచ్చు.



చిత్రం 105. ఒకే మనిషి తాలూకు అయిదు భంగిమల ఫోటో

ఇటువంటి చిత్రాలను ఎలా తీస్తారు? అద్దాల సాయంతో ఫోటో తీయించుకునే వ్యక్తి, A కెమెరాకు వీపు చూపిస్తూ, నిలువుగా పెట్టిన అద్దాలు C C ముందు కూచుంటాడు. ఈ అద్దాలు రెండు ఒక దాని కొకటి 360 డిగ్రీల్లో అయిదవ నంతు, అంటే 72 డిగ్రీల కోణంలో ఉంటాయి. ఈ అద్దాలు నాలుగు వేరువేరు ప్రతి బింబాలను కెమెరాకు కనిపించేట్లు చేస్తాయి. ఫోటోలో ఈ ప్రతిబింబాలు, వ్యక్తి కలిసి కనబడతారు. అద్దాలకు ఫ్రేములుండవు. గనక అవేవీ కనబడవు. ఫోటోలో కెమెరా ప్రతిబింబం కనబడకుండా దగ్గర దగ్గరగా పెట్టిన తెరలను B B వాడతారు. వాటి మధ్యలో కెమెరా లెన్సుమాత్రం పట్టేంత రంధ్రం మాత్రం ఉంటుంది.

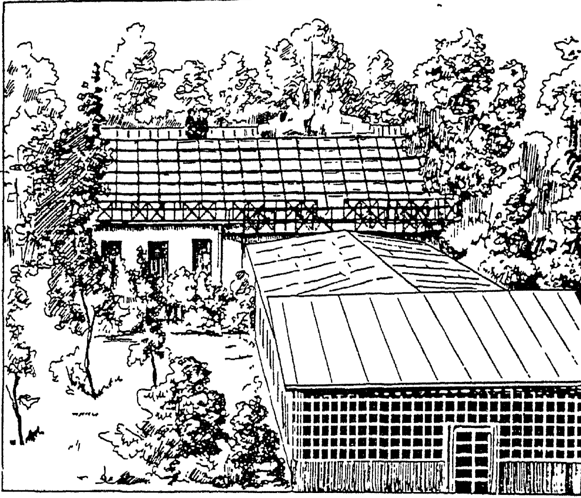


చిత్రం 106. అయిదు భంగిమల ఫోటోలు తీసే పద్ధతి ఫోటోలు తీయించుకునే వారు సి సి అనే అద్దాల మధ్య కూర్చుంటాడు.

రెండు అద్దాల మధ్యన ఉండే కోణాన్ని బట్టీ, కనబడే ప్రతిబింబాల సంఖ్య మారుతుంది. కోణం చిన్నదయిన కొద్దీ వాటి సంఖ్య పెరుగుతుంది. కోణం 90° ఉండే 360:4 గాబట్టి నాలుగు బింబాలు కనబడతాయి. కోణం 60° అయితే 360:6 గా ఆరు బింబాలు, కోణం 45° అయితే ఎనిమిది బింబాలు, అలా వాటి సంఖ్య పెరుగుతుంది. అయితే ప్రతిబింబాల సంఖ్య పెరిగిన కొద్దీ, అవి స్ఫుటంగా కనబడకుండా అవుతాయి. అందుకనే ఫోటోగ్రాఫర్లు, అయిదు ప్రతిబింబాలతో ఆగిపోతారు.

సౌరశక్తితో మోటార్లు - హీటర్లు

(ఈ రచన చేసి కొన్ని దశాబ్దాలయిందని గమనించ మనవి – అనువాదకుడు) సౌరశక్తిని వాడుకుని ఇంజన్ బాయిలర్‌ను వేడి జేయాలనుకోవడం ఎంతో ఆశ్చర్యకరమయిన విషయం. వాతావరణం యొక్క పై ఉపరితలంలో, సూర్యకిరణాలు లంబకోణంలో తగిలే చోట, నిమిషానికి, ప్రతిచదరపు సెంటిమీటరుకు, ఎంతటి సౌరశక్తి ప్రసరిస్తుందో వైజ్ఞానికులకు తెలుసు. దీన్ని "సౌర స్థిరాంకం" అంటారు. ఇంచుమించుగా చెప్పాలంటే ఇది ప్రతినిమిషానికి, చదరపు సెంటిమీటరుకు రెండు కాలరీలు. సూర్యుడు మనకు అందించే ఈ వేడిమి మొత్తం భూతలందాకా రాదు. అర కాలరీ వాతావరణంలోనే ఉండిపోతుంది. సూర్యకిరణాలకు లంబకోణంలో ఉండే భూప్రాంతం మీద ప్రతినిమిషం 1.4 కాలరీల ఉష్ణోగ్రత ప్రసరిస్తుందని మనం అనుకోవచ్చు. దీన్ని చదరపు మీటర్లకు మార్చితే, 14,000 కాలరీలు, లేదా 14 కిలో కాలరీలన్నమాట. సెకండుకు పావు కిలో కాలరీ అనవచ్చు. ఒక కిలోకాలరీతో 427 కిలోగ్రాములకు సమానమయిన యాంత్రిక చర్య వీలవుతుంది. అంటే ఒక చదరపు కిలోమీటరు భూమి మీద లంబకోణంలో ప్రసరించే సూర్యరశ్మి సెకండుకు 100 కి.గ్రాంలకన్నా ఎక్కువ శక్తిని ఇవ్వగలుగుతుంది.

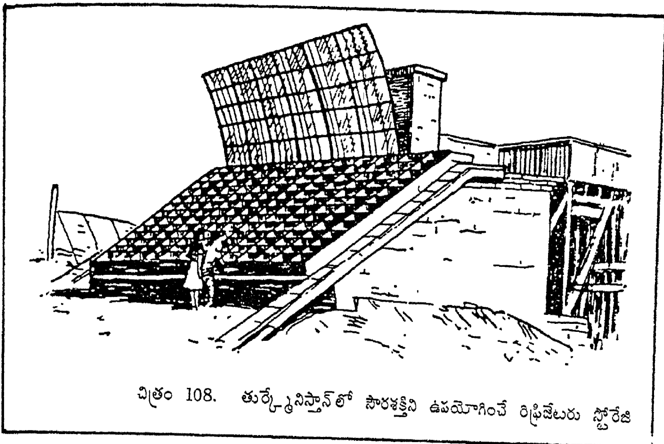


చిత్రం 107. తుర్క్మెనిస్తాన్‌లో సౌరశక్తితో నీటిని కాచే కార్ఖానా

సూర్యరశ్మి గనుక లంబకోణంలో పడుతుంటే, ఆ పడిన దాన్నంతా యంత్రశక్తిగా మారిస్తే, దానితో ఇంతలేసి పనిచేయించవచ్చున్నమాట. అయితే ఇది సాధ్యమయేందుకు ఇంకా కృషి జరగాల్సి ఉంది. ఇప్పటి వరకు 5,6 శాతాలకన్నా ఎక్కువ సూర్యరశ్మిని వాడుకో లేక పోతున్నారు. చార్ల్సు అబట్ తయారుచేసిన సౌరశక్తి మోటారులో చాలా ఎక్కువ అంటే 15 శాతం వినియోగ సామర్థ్యాన్ని సాధించగలిగారు.

యంత్రశక్తిగా గాక సౌరశక్తిని వేడిమి కోసం వాడుకోవడం ఎంతో సులభం. రష్యాలో ఈ విషయానికి ఎంతో ప్రాముఖ్యత నిస్తున్నారు. సమర్‌ఖండ్‌లోని ప్రత్యేకమయిన సన్ ఇన్‌స్టిట్యూట్‌లో ఈ విషయంగా పరిశోధనలు జరుగుతున్నాయి. ఇక్కడ సౌరశక్తితో పనిచేసే స్నానశాలలు, నీటిని వేడిచేసే పరికరాలు మొదలయిన వాటిని తయారుచేసి పరీక్షిస్తున్నారు. ఇక్కడి వాటర్ హీటర్లు, వేడిమిని వాడుకునే సామర్థ్యం 47 శాతం దాకా ఉంది. అత్యధిక సామర్థ్యం 61 శాతం. తుర్క్మేనియాలో సౌరశక్తితో పనిచేసే రెఫ్రిజిరేటరును ప్రయోగాత్మకంగా పరీక్షిస్తున్నారు. బయటవేడిమి $42°C$ ఉన్న సందర్భంలో కూడా అందులో $2-3°C$ మైనస్ చల్లదనం వీలయింది. వ్యాపారపరంగా తయారు చేసిన తొలి సోలార్ రెఫ్రిజిరేటరు ఇదే!

$12°C$ కరుగు స్థానం ఉండే గంధకాన్ని, సౌరశక్తి సాయంతో కరిగించే ప్రయత్నాలు మంచి ఫలితాలనే ఇచ్చాయి. కాస్పియన్, అరాల్ సముద్ర తీరాలలో, సముద్రపు



చిత్రం 108. తుర్క్మెనిస్తాన్‌లో సౌరశక్తిని ఉపయోగించే రిఫ్రిజేటరు స్టోరేజి

నీటిని మరిగించి మంచినీటిని తయారు చేస్తున్న డిస్టిలర్స్ గురించి కూడా చెప్పుకోవాలి. చేపలు, పళ్లను ఆరబెట్టడానికి డ్రయ్యర్లు, సోలార్ వంట పొయ్యిలు, మొదలయినవి కూడా వచ్చాయి. సౌరశక్తిని వాడుకునేందుకు వీలుండే అవకాశాల జాబితాకు ఈ వివరాలు చాలా దూరంగా నున్నవని చెప్పవచ్చు.

అదృశ్యం చేయగల టోపీ

తలమీద పెట్టుకున్న మనిషిని ఎదుటి వారికి కనిపించకుండా చేయగల మాయటోపీ గురించి కథ ఒకటే చెప్పుకుంటారు. ప్రఖ్యాత రష్యన్ కవి అలెగ్జాండర్ పుష్కిన్ తన రచన 'రుస్లాన్ అండ్ లుద్మిలా'లో ఇటువంటి టోపీ యొక్క అద్భుతశక్తి గురించి బాగా వర్ణిస్తాడు.

ఆ యువతికి అలాగ తోచింది
అమ్మాయిలకలాగే అనిపిస్తుంది
మంత్రగాని కుళ్ళాయి ధరించాలని
లుద్మిలా అటు యిటు తిప్పింది దాన్ని;
నిలువు, అడ్డం ఎటు పెట్టి చూచినా
మంత్రపు కుళ్ళాయి, అయ్యో అన్నా!
వెనక ముందులుగ పెట్టుకుంటే మరి
ఒట్టు ఆశ్చర్యం మిము చుట్టుకుంటే మరి!
లుద్మిల ఒకసారి మాయమయింది
వెంటనే టోపీ తీసేసింది!
మళ్లీ అవిడ కనిపించింది
మరోసారి మాయం అయింది.
ఓహో! మంత్రగాడా, మాయల మారీ

నీకు ధన్యవాదాలు, ఇదో ఒక సారీ!
నాకు స్వాతంత్ర్యం అది వచ్చింది.
సుఖ శాంతులను తోడి తెచ్చింది.

బందీ అయిన లుద్మిలాకు రక్షణ కలగజేయడానికి దొరికింది మాయటోపీ ఒకటే. ఆమె దాని సాయంతో కాపలా వాళ్లను కన్నుగప్పగలిగింది. అయితే ఆమె చేసే పనుల వల్ల మాత్రం వారికి అనుమానం కలిగింది.

పాతకాలం నాటి కథల్లో చెప్పుకున్న చాలా విషయాలు నిత్యజీవితంలో మనకు నిజాలయ్యాయి. సైన్సు ఎన్నో వింతలను సాధ్యం చేసింది. ఇప్పుడు మనం కొండలను పిండి కొట్టగలం, మెరుపులను పట్టుకోగలం. 'మాయతివాచీ' మీద ప్రయాణాలు చేయగలం. అయితే మనలను మాయం చేయగల మాయటోపీని, లేదా అందుకు మరో మార్గాన్ని కనుగొనడం వీలుకాదా? ఈ సంగతేమిటో చూద్దాం.

అదృశ్య మానవుడు

ఎచ్.జి.వెల్స్ తను రాసిన 'ద ఇన్విజబుల్ మాన్' అనే నవలలో మనిషి మాయం కావడం సాధ్యమేనని మనల్ని నమ్మింపజూస్తాడు. ఈ నవలలోని నాయకుడిని, ప్రపంచంలో కెల్లా తెలివయిన భౌతిక శాస్త్రవేత్తగా వర్ణిస్తాడు రచయిత. అతను మనిషిని మాయం చేసే మార్గాన్ని కనుగొంటాడు. అతను ఆ విషయాన్ని తన మిత్రుడయిన వైద్యునికి ఇలా వర్ణిస్తాడు.

"వస్తువులకు కాంతి మీదగల ప్రభావం మీదే కనబడడం అనేది ఆధారపడి ఉంది. వస్తువులు కాంతిని పీల్చుకుంటాయి. పరావర్తనం చెందిస్తాయి. వక్రీభవనం చెందిస్తాయి. లేదంటే ఈ అన్నింటినీ చేస్తాయని నీకు తెలుసు. ఈ పనులను వేటినీ చేయకుంటే ఆ వస్తువులు కనబడడమనే ప్రశ్నేలేదు. ఆ పెట్టె కాంతిలో చాలా భాగాన్ని పీల్చుకుని, కొంత భాగాన్ని, ఎరుపుగా ఉండే భాగాన్ని పరావర్తనం చెందజేసింది గనుకనే మనకది ఎరుపుగా కనబడుతోంది. అది ఏ వెలుగును పీల్చుకోకుండా, మొత్తం కాంతిని ప్రతిఫలింపజేస్తే, మెరుస్తూ తెల్లగా కనబడేది. అంటే వెండి! ఇక వజ్రపు పెట్టె అయితే, చాలా కాంతిని గ్రహించదు, ఉపరితలం నుంచి ప్రతిఫలించదు. ఎక్కడో అనుకూలంగా ఉన్న తలంలో వెలుగు పరావర్తనం, వక్రీభవనం చెందుతుంది. అందుకే అది మెరుస్తూ వెలుగు నీడల కలగలుపుగా కనబడుతుంది. అదొక కాంతి పంజరం. ఇక గాజుపెట్టె అయితే అంత మెరుపు ఉండదు. అందులో పరావర్తనం, వక్రీభవనం తక్కువగదా!... ఒక మామూలు, గాజుపలకను నీటిలో పెడితే, నీరుగాక అంతకన్నా సాంద్రత ఎక్కువగల మరేదయినా, వక్రీభవనం చెందేది చాలా చాలా తక్కువ. అసలు ఆ ప్రభావాలే లేకపోవచ్చు. అందుకే గాజుపలక కనబడదు. గాలిలో కలిసి ఉన్న బొగ్గుపులుసు వాయువు, ఉదజని వేరుగా ఎలా కనిపించడం లేదో అలాగే ఇది కూడా! కారణం కూడా సరిగ్గా అదే!"

"అవునవును" అన్నాడు కెంప్. "ఈ విషయాలు బడిపిల్లవాడికి కూడా తెలిసిఉంటాయి."

"బడిపిల్లలకు తెలిసిన విషయం మరొకటి ఉంది. ఒక గాజు పలకను పగలగొట్టి పొడిగా చేస్తే, అది బాగా కనబడుతుంది. చివరకు అది తెల్లని పొడిగా కనబడుతుంది. పొడి అయిన గ్లాసులో పరావర్తనం, వక్రీభవనం చేయగల తలాలు ఎక్కువవుతాయి గదా! గాజు పలకలోనయితే అటువంటి తలాలు రెండే ఉంటాయి. పొడిలోని ప్రతిరేణువు ఆ పనులను చేస్తుంది. అందులోంచి ధూసుకు పోయే కాంతి చాలా తక్కువ. కానీ, అదే గాజు పొడిని నీటిలో వేస్తే, మళ్లీ అమాంతంగా మాయమవుతుంది. ఈ పొడికీ, నీటికీ గల వక్రీభవన శక్తి ఇంచుమించు సమానం. ఈ రెంటిలో ఒక దానినుండి మరొక దానిలోకి పోయే కాంతి ఏ విధమయిన మార్పులకు గురికాదు. ఆ గాజు పలకను, దానితో సమానమయిన వక్రీభవన గుణకంగల ద్రవంలో ఉంచడం ద్వారా అదృశ్యం చేయవచ్చు. సమానమయిన వక్రీభవన గుణకంగల ద్రవంలో ఉంచిన పారదర్శక పదార్థం కంటికి కనబడదు. ఒక క్షణం ఆలోచిస్తే, గాజు పొడిని గాలిలో కూడా మాయం చేయవచ్చునని తెలుస్తుంది. దాని వక్రీభవన గుణకాన్ని, గాలి గుణకానికి సమంగా మార్చాలి. అప్పుడు గాలినుండి కాంతి గాజు పొడిలోకి, లేదా దీనినుండి దానిలోకి వెళ్లేటప్పుడు ఎటువంటి మార్పులకు గురికాదు.*

"అవునవును" అన్నాడు కెంప్. "అయితే మనిషి మాత్రం గాజుపొడి కాదుగదా!"

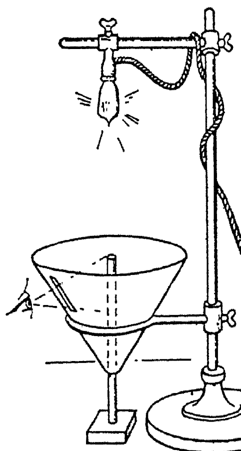
"కాదు నిజమే! అయితే మనిషి అంతకన్నా ఎక్కువ పారదర్శకం!" అన్నాడు గ్రిఫిన్.

"అర్థం లేని మాట!"

ఒక డాక్టరువు నువ్వేనా ఆమాట అంటున్నది. పదేళ్లలోనే చదువుకున్న భౌతికశాస్త్రం అంతా మరిచి పోయావన్నమాట. పారదర్శకం అయికూడా అలా

* పూర్తిగా పారదర్శకమయిన పదార్థం చుట్టూ గల గోడలు కాంతిని, చాలా సమంగా విస్తరింప జేయగలిగే పక్షంలో ఆ పదార్థం కంటికి కనబడదు. పక్కనుండే ఒక సన్నని రంధ్రంద్వారా, మనం చూస్తే, ఆ వస్తువు యొక్క ప్రతిభాగం నుండి కాంతి ఒకే మోతాదులో వచ్చి, అది లేనట్లే కనబడుతుంది. దాని మీద వెలుగు, నీడలుండక పోవడమే ఇందుకు కారణం. ఆ పనిని చేసే విధానం ఇది. అరమీటరు వ్యాసంగల తెల్లని అట్టతో గరాటు తయారుచేసి చిత్రం 109 లో చూపినట్లు అమర్చండి. దానికి కొంతదూరంలో ఒక 25 వాట్ల బల్బును ఏర్పాటు చేయండి. గరాటు కింద నుండి సన్నని రంధ్రం ద్వారా ఒక గాజు కడ్డీని పంపించి, దాన్ని నిటారుగా నిలబెట్టండి. అది ఏ కొంచెం పక్కకు వంగి కదిలినా సరే, నీడలాగ, లేక నీడగల వెలుగులాగ కనబడుతుంది. అటు యిటు మార్చి వెలుగు కడ్డీమీద సమంగా పడేట్లు చేయండి. గరాటు పక్కలో గల సెంటిమీటరు కన్నా పెద్దది కాని ఒక రంధ్రం ద్వారా చూస్తే, గాజుకడ్డీ కనబడదు. గాలికి, గాజుకు వక్రీభవన గుణకం సమానం కాక పోయినా సరే అది, కనబడదు. అలాగే కాంతినిచ్చే పెయింటు లోపలి గోడలకు పూసిన పెట్టెలో డయమండ్ – కట్‌గ్లాస్‌ను ఉంచితే, అది కూడా కనబడదు.

చిత్రం 109. కనిపించని గాజు కడ్డీ



కనిపించని పదార్థాలన్నింటి గురించి ఆలోచించి చూడు. ఉదహారణకు కాగితం తయారు చేయడానికి వాడిన నార పారదర్శకం. గాజుపొడి ఎందుకు తెలుపుగా మారి, కాంతి నిరోధకమయిందో, కాగితం కూడా అందుకే అయింది. కాగితంమీద నూనెపూసి, అందులో ఉండే రంధ్రాలనిండా నూనె నిండేట్లు చెయ్యి. అప్పుడు ఉపరితలం మీద తప్ప కాంతి పరావర్తన వక్రీభవనాలు జరగవు. అప్పుడది కూడా గాజులాగే పారదర్శకమవుతుంది. కాగితం ఒకటే కాదు. నూలుపోగులు, ఉన్నిపోగులు, కర్ర, ఎముకలు, కండరాలు, వెంట్రుకలు, గోళ్లు, నాడులు, నిజానికి మనిషి శరీరం మొత్తం, పారదర్శకమే. రక్తంలోని ఎరుపు రంగు, వెంట్రుకల్లోని నలుపు తప్ప, మిగతాదంతా పారదర్శకమయిన, రంగు లేని కణజాలమే గదా! ఆ కొంచెం వల్లనే మనం ఒకళ్ళం మరొకరికి కనబడేలా అయింది!

చర్మంలో రంగులేని 'అల్బినో' జంతువుల కణజాలాలు పారదర్శకంగా ఉంటాయి. గనుక ఈ మాటలు నిజమే. ఒక జంతుశాస్త్ర నిపుణుడు దెత్స్‌కాయె సెలో ప్రాంతంలో 1934 వేసంగిలో ఒక అల్బినో కప్పను సంపాదించాడు. ఆయన దాన్నిలా వర్ణించాడు. "దాని పలచని చర్మం, కండరాలు అన్నీ పారదర్శకంగా ఉన్నాయి. లోపలి అస్థిపంజరం, ఇతర అవయవభాగాలు అన్నీ కనబడుతున్నాయి. గుండె కొట్టుకోవడం, పొట్ట భాగంలో పేగుల కదలికలు మరింత బాగా కనబడుతున్నాయి."

వెల్స్ రచనలో కథానాయకుడు, మనిషి శరీరంలోని అన్ని భాగాలను, వాటిలోని రంగులతో సహా పారదర్శకం చేసే పద్ధతిని కనుగొన్నాడు. అతను తన పరిశోధన ఫలితాలను తన శరీరం మీదే ప్రయోగించాడు. పూర్తిగా అదృశ్యుడయ్యాడు అప్పుడా మాయమయిన వ్యక్తికి ఏం జరిగిందో ఇప్పుడు చూద్దాం.

మాయమయితే వచ్చే మహాశక్తి

అంతర్థానమయిన వ్యక్తికి అంతులేని శక్తి వస్తుందని, రకరకాల చమత్కారాలు, చర్యల ద్వారా వెల్స్ పాఠకులను నమ్మింపజూస్తాడు. మాయమయిన మనిషి ఎవరికీ తెలియకుండా ఎక్కడికయినా వెళ్ళిపోగలడు. దేన్నయినా, సులభంగా దొంగిలించుకు రాగలడు. (ఇటువంటి ఇతివృత్తంతో మనదేశంలో చాలా సినిమాలు కూడా వచ్చాయి – అనువాదకుడు) కనబడడు గాబట్టి దెబ్బను తప్పించుకుంటూ ఎంత మందితోనయినా పోరాడగలడు. కనబడ్డ వారినందరినీ నాశనం చేస్తానని భయపెట్టే ఈ అదృశ్యవక్తి ఒక నగరాన్ని తన వశం చేసుకుంటాడు. ఎంతటి జాగ్రత్తలు తీసుకున్నా సరే ఎదుటి వారిని చిత్తు చేస్తాడు. భయభ్రాంతులతో వణికి పోతున్న తన నగర వాసులకు అతను ఒక ప్రకటన, అజ్ఞగా జారీచేస్తాడు.

"బర్డాక్ రేవు నగరం, ఇప్పుడిక మహారాణి అధీనంలో లేదు. ఇక అధికారమంతా నాదే. మీ పోలీసు అధికారులకు, మిగతా వారికి వెళ్ళి చెప్పండి. నూతనశకంలో తొలిసంవత్సరంలో తొలిరోజు ఇది! ఇది అదృశ్య మానవుని శకం! నేనే తొలి అదృశ్యమానవుడిని. మొదట్లో పరిపాలన మెత్తగానే ఉంటుంది. అయితే ఉదాహరణకోసం తొలినాడు ఒక మరణశిక్ష అమలవుతుంది. చావబోయే ఆ వ్యక్తి పేరు కెంప్. అతనికీరోజు మృత్యువు ఆసన్నమయింది. అతను దాగి ఉన్న, దాచుకున్నా, పహరా పెట్టుకున్నా, చుట్టూ ఆయుధాలు కట్టుకున్నా మృత్యువు, కనబడని మృత్యువు, అతన్ని చుట్టుముట్టనుంది. అతడిని జాగ్రత్త పడమనండి. అందరికీ తెలివి వస్తుంది. అతనికెవరూ సాయం చేయకండి. లేకుంటే మీకే మూడుతుంది."

మొదట్లో అదృశ్యవ్యక్తి విజయం సాధించినట్లే ఉంటుంది. అయితే చాలా కష్టంమీద నగరవాసులు, నగరానికి అధిపతి కావాలని కలలుగన్నా ఆ అదృశ్యమానవుడిని నాశనం చేస్తారు.

పారదర్శకమయిన స్పెసిమన్లు

ఈ నవలకు ఆధారమయిన భౌతిక సిద్ధాంతం సరయినదేనా? అందుకెటువంటి సందేహం అవసరం లేదు. పారదర్శకమయినా యానకంలో ఉంచిన, పారదర్శకమయిన వస్తువు, ఆ రెండింటి వక్రీభవన గుణకంలో 0.05 కన్నా ఎక్కువ తేడాలేని పక్షంలో కంటికి కనబడదు. వెల్స్ రాసిన 'ద ఇన్విజబుల్ మాన్' ప్రచురితమయిన తర్వాత పదిసంవత్సరాలకు, రచయిత ఆలోచనను, ప్రొ. స్పాల్ట్ హోల్ట్జ అనే జర్మన్ అనాటమీ నిపుణుడు నిజంగా చేసి చూపించాడు. అయితే అతను సజీవ జంతువులను మాయం చేయలేదు. చనిపోయిన జంతువులను నిలువ చేయడంలో ఈ పద్ధతిని వాడుకున్నాడు. అటువంటి పారదర్శకమయిన అంగాలు, పూర్తి జంతువులను ఈనాటి ప్రదర్శన శాలల్లో చూడవచ్చు. అతను 1911లో వాడుకున్న పద్ధతి ఇక్కడ వర్ణించబడింది. జంతువుల రంగుతొలగించి, శుభ్రం చేసిన తర్వాత మిథైల్ సాలిసిలేట్

ద్రావణంలో ఉంచుతారు. ఈ రంగులేని ద్రవనానికి వక్రీభవన గుణకం బాగా ఎక్కువ. అలా నానబెట్టిన ఎలుకలు, చేపలు లేదా మనిషి శరీర భాగాలను, అదే ద్రావణంగల గాజు జాడీలో నిలువ ఉంచుతారు. అయితే వీటిని పూర్తిగా పారదర్శకంగా చేయడంవల్ల అసలే కనిపించకుండా పోతాయి. అప్పుడవి పరిశోధనకు, పరిశీలనకు పనికి రావు. అందుకనే వాటిని అవసరమయినంత వరకే పారదర్శకం చేస్తారు. కావాలనుకుంటే పూర్తి పారదర్శకం చేయవచ్చుకూడా!

అయితే కంటికి కనబడని వెల్స్ కథానాయకుడికీ, వీటికి ఎంతో తేడా ఉంది. మనిషిని కనబడకుండా చేయాలంటే, వివిధ శరీర భాగాలను నాశనం చేయకుండా, వాటిని రసాయనాల సాయంతో పారదర్శకం చేసే విధానం కనుగొనాలి. ఇక స్పాల్ట్‌హోల్ట్జ తయారు చేసిన జంతువుల నమూనాలు పారదర్శకాలయ్యాయి. అంతేగానీ, అదృశ్యం కాలేదు. అదే వక్రీభవన గుణకంగల ద్రవంలో ఉంచినపుడు మాత్రమే అవి అదృశ్యం కాగిలవు. గాలిలో అవి కనబడకుండా ఉండాలంటే, వక్రీభవన గుణకం గాలితో సమానం కావాలి. ఇది సాధించడం ఇంకా వీలుపడలేదు.

అయితే ఈ పనిని సాధించి, బ్రిటిష్ నవలాకారుడు ఎచ్.జి.వెల్స్ కన్న కలలు నిజం కాగలవనే మనం కొంచెం సేపు అనుకుందాం. రచయిత తన అదృశ్యనాయకుడిని అందరికన్నా గొప్పవాడుగా చిత్రీకరించాడు. అయితే అది అసాధ్యం. ఈ విషయాన్ని రచయిత పట్టించుకోలేదు.

అదృశ్య మానవునికి కంటి చూపు ఉంటుందా ?

వెల్స్ నవల రాసే ముందు, ఈప్రశ్న తనకు తానే వేసుకుని ఉంటే, మనకు అతని నవల చదివే అవకాశం ఉండేది కాదు. ప్రశ్న కథను మొదటికి తెస్తుంది. అదృశ్యవ్యక్తికి కంటి చూపు ఉండదు. అతను గుడ్డివాడు!

అదృశ్యవ్యక్తిని ఇతరులు ఎందుకు చూడలేక పోతారు. అతని శరీరంలోని భాగాలన్నీ, కళ్ళతో సహా, పారదర్శకాలయి పోతాయి గనక. వాటి వక్రీభవన గుణకం గాలితో సమానమవుతుంది.

ఇప్పుడిక మనం కన్ను పనిచేసే విధానమేమిటో చూద్దాం. కంటిలోని కటకం, దాని చుట్టుగల ద్రవం, మిగతా భాగాలు కాంతిని వక్రీభవనం చెందించి, చుట్టుపక్కలగల వస్తువుల బింబాలను అక్షిపటలం మీద పడేలా చేస్తాయి. ఇక మరి కంటికీ, గాలికి వక్రీభవన గుణకంలో తేడా లేక పోతే, వక్రీభవనం ఉండనే ఉండదాయె! ఒకే గుణకం గల రెండు పదార్థాలనుండి కాంతి ప్రవహించినపుడు, దాని దారిలో తేడా ఏమీ రాదు. అందుకని ఆ కిరణాలు ఒకచోట కేంద్రీకృతం కావు. అదృశ్యమయిన వ్యక్తి కళ్లలోనుండి కాంతి, ఎటువంటి అడ్డులేకుండా దూసుకు పోతుంది. ఆ కిరణాలు వక్రీభవనం చెందవు. అడ్డుకోబడవు. అందుకు కారణం కంటిలో పిగ్మెంట్లు (రంగు రసాయనాలు) లేకపోవడమే జంతువులలో దృష్టి సంబంధమయిన ప్రేరణ కలిగించాలంటే, కాంతివల్ల, చాలా చిన్నమొత్తంలోనయినాసరే, మార్పులు జరగాలి.

అంటే కంటిలో కొంత చర్య జరగాలి. కంటిలో కిరణాలు కొంతవరకయినా అడ్డుకోబడాలి. పూర్తిగా పారదర్శకమయిన కన్ను, కిరణాలను అడ్డుకోజాలదు! అడ్డుకుంటే అది పారదర్శకమే కాదు. రక్షణ కోసం పూర్తిగా పారదర్శకమయిన జంతువులలో కూడా, కళ్లుమాత్రం పూర్తిగా పారదర్శకం కావు. (అసలు వాటికి కళ్లు అనేవి ఉంటే!). ప్రఖ్యాత సముద్ర శాస్త్ర నిపుణుడు ముర్రే ఈ విషయంగా ఇలా రాశాడు. "సముద్ర గర్భంలో చాలా జంతువులు, పారదర్శకంగా, ఏ రంగులేకుండా ఉంటాయి. వాటిని పట్టి బయటకు తెస్తే అవి మనకు కనిపించేది వాటి చిన్న చిన్న నల్లటి కళ్లవల్ల మాత్రమే! వాటి రక్తంలో రంగును కలిగించే హిమోగ్లోబిన్ ఉండదు. శరీరం మొత్తం పారదర్శకంగా ఉంటుంది. అందుకే అవి ఉన్నట్లు మనకు సులభంగా తోచనే తోచదు."

ఒక్క మాటలో చెప్పాలంటే, కంటికి కనబడని మనిషికి కంటిచూపు ఉండదు. అతనికి కలిగిందనుకున్న అద్భుతశక్తివల్ల అతనికి ఏమాత్రం లాభం ఉండదు. అధికారం సంపాయించుకోవాలని బయలు దేరిన ఆ అమాయకుడు, అడుక్కుతింటూ చీకటి ప్రపంచంలో బతకాలి. కంటికి కనబడని ఆమనిషికి బిచ్చం వేసేవారు కూడా ఉండరు. మానవుల్లో అందరికన్నా శక్తివంతుడయిన మనిషిగాదు. మనముందుండేది, అన్యాయమయిన జీవితం గడుపుతున్న అంధుడు. మాత్రమే. (వెల్స్ ఉద్దేశ్య పూర్వకంగానే ఈ సంగతిని ప్రసక్తికి తేలేదనుకుంటాను. అతను తన రచనల్లోని లోపాలను, ఇతర విషయాలను వివరంగా వర్ణించడం ద్వారా కప్పి పుచ్చుతుంటాడు. ఒక నవలకు రాసిన ముందుమాటలో అతను ఈ సంగతిని సూటిగా చెప్పేశాడుకూడా చేయదలచిన ట్రిక్కు ఏదో చేసిన తర్వాత మిగతావన్నీ చాలా మామూలుగా, సహజంగా కనబడేట్లు చేయాలంటాడతను. ఎవరయినా తర్కించే శక్తిమీద గాక, సృష్టించిన భ్రమలమీదే ఎక్కువ ఆధార పడాలంటాడు కూడా.)

ఇంకోరకంగా చెప్పాలనుకుంటే, మాయటోపీ సంపాదించదలచిన వారు వెల్స్‌ను అనుకరిస్తే లాభంలేదు. ఫలితం సరిగా ఉన్నాసరే కలిగేది మాత్రం నిరాశే!

రక్షణకోసం రంగుపూత

మాయటోపీని సంపాదించుకునే పద్ధతి మరొకటి కూడా ఉంది. అది కంటికి కనబడకుండా వస్తువులకు రంగులు పూయడమే. ఇటువంటి ఉదాహరణలు మనకు ప్రకృతిలో ఎన్నో దొరుకుతాయి. జంతువులను శత్రువులనుండి రక్షించి, మనుగడకోసం జరిగే ప్రయత్నంలో నెగ్గేట్లు చేసేందుకు ఈ పద్ధతి బాగా ఉపకరిస్తుంది.

సైన్యాల్లో వారు 'కామొఫ్లాజ్' అని పిలుస్తున్న ఈ పద్ధతిని, డార్విన్ కాలం నుండి జంతుశాస్త్రజ్ఞులు "మిమిక్రీ" అనే పేరు ఎరుగుదురు. జంతుప్రపంచంలో ఇటువంటి సందర్భాలు కోకొల్లలు. అడుగడుగునా అవి మనకు ఎదురవుతుంటాయి. ఎడారి ప్రాంతాలలో జీవించే జంతువులు చాలా మటుకు, ఇసుక రంగును పోలిన పసుపురంగు కలిగి ఉంటాయి. ఉదాహరణకు సింహం, పక్షులు, బల్లులు, సాలెపురుగులు, ఇతర పురుగులు, ఆర్కిటిక్ మంచుప్రాంతాలలో ఉండే జంతువులు,

భయంకరమయిన ధృవపు ఎలుగుబంటిగానీ, లేక మరొకటిగానీ, అన్నీ సహజమయిన తెలుపురంగులోనే ఉంటాయి. మంచు మధ్యన అవి కనపడనే కనపడవు. చెట్లమీద ఉండే సీతాకొకచిలుకలు, గొంగళిపురుగులు గుర్తుపట్టడం సాధ్యం కానంత సరిగ్గా అయూ చెట్ల బెరడు రంగుల్లో, ఆకారాల్లో ఉంటాయి.

మిమిక్రీ అనే ఈ లక్షణంవల్ల, కీటకాలను పురుగులను పట్టేవారు గుర్తించలేక ఎంత కష్టపడతారో అందరికీ తెలుసు. కాళ్ళదగ్గరే కీచుమంటున్న మిడతను పట్టుకోవాలని చూడండి. పచ్చని గడ్డిలో అది కనిపించనే కనిపించదు.

సముద్ర ప్రాణులు కూడా ఇంతే. గోధుమ రంగు సముద్ర మొక్కల మధ్యన ఉండే ప్రాణులన్నీ గోధుమ రంగులోనే ఉంటాయి. ఆ మొక్కలు ఎరుపయితే వాటిలో జంతువులరంగు కూడా ఎరుపుంటుంది. చేపలకుండే వెండి రంగు పొలుసులు, వాటిని పైని ఆకాశం, క్రిందనీటిలో, రెండు వైపుల నుండి వచ్చే శత్రువులనుండి కాపాడుతాయి. క్రిందనుండి చూచినా, పైనుండి చూచినా ఎండ వెలుగులో నీటి ఉపరితలం వెండిలాగే తళతళలాడుతుంది. సంపూర్ణ పరావర్తనంవల్ల ఇలా జరుగుతుంది. చేపల వెండి రంగు పొలుసులు, ఈ రంగులో కలిసి పోయి, శత్రువుల కంటికి కనబడకుండా ఉంటాయి. ఇక జెల్లీ చేప, పురుగులు, ఆలిచిప్పజాతి ప్రాణులు, మొదలయినవి, ఏ రంగు లేని శరీరాలను కలిగిఉంటాయి. అవి ఉండే ఆ లోతుల్లో సముద్రంలో కూడా ఏరంగు ఉండదు. అంతా పారదర్శకంగా ఉంటుంది. అందుకే ఈ జంతువులు కూడా పారదర్శకంగా ఉంటాయి.

మనిషి కనుగొన్న పద్ధతులన్నింటికన్నా, ప్రకృతి విధానాలు ఏనాటికయినా మిన్న! ప్రకృతిలో ఉండే మార్పులకు అనుగుణంగా కొన్ని జంతువులు తమ రంగును మార్చుకుంటాయి కూడా! ఎరిమిన్ అనే అడవి పిల్లి వెండి తెలుపు రంగులో ఉండి, మంచు ప్రాంతంలో సులభంగా కనబడకుండా ఉంటుంది. అయితే, వేసవిలో మంచు కరిగి పోయినపుడు కూడా అలాగే ఉంటే అది సులభంగా శత్రువుకు ఎర అయిపోతుంది. అందుకే మంచుకరిగే కాలం రాగానే, దాని బొచ్చు ముదురు గోధుమ రంగులోకి మారుతుంది. మంచులేని నేలరంగు కూడా అదే. తిరిగి చలికాలం రాగానే ఎరిమిన్ కూడా తెల్లనవుతుంది.

కామొఫ్లాజ్ (రంగులతో మోసం)

పరిసరాల్లో కలగలిసి పోయి, చూపరులను మోసపుచ్చే విధంగా రంగులను వాడడమే కామొఫ్లాజ్. ఈ తెలివిని మానవుడు ప్రకృతినుండి నేర్చుకున్నాడు. వెనకట సైనికులకు రంగు రంగుల దుస్తులుండేవి. ఈ అలవాటు మానేసి ఇప్పుడు అన్ని దేశాల వారూ ఒకే రకంగా ఖాకీ (ఉరుదులో మట్టిరంగు) రంగుల దుస్తులను వాడుకుంటున్నారు. యుద్ధనౌకలకు ఉక్కు రంగుండే బూడిద రంగును వాడుతున్నారు. ఆ రంగుపేరే "యుద్ధనౌక రంగు" ఆ రంగు సముద్ర జలాల మధ్యలో కనబడదు.

సైన్యంలో ఈ ప్రయోజనం కోసం చెట్ల కొమ్మలను, రకరకాల రంగుపూతలను, పొగ మొదలయిన ఇతర పద్ధతులను వాడి, ఫిరంగులు, కోటలు, ట్యాంకులు, పడవలు మొదలయిన వాటిని కనబడకుండా చేస్తారు. గుడారాలమీద వలలుపరిచి వాటిమీద గడ్డి, ఆకులు కప్పుతారు. సైనికులు టోపీలలో కూడా కొమ్మలు వగైరాలు పెట్టుకుంటారు.

యుద్ధ విమానాలను ఈ రకంగానే రంగుల సాయంతో కనబడకుండా మారుస్తారు. వాటిపై భాగంలో ముదురు గోధుమ, చిక్కని ఆకుపచ్చ, లేదా ఊదారంగు వేస్తారు. పైనుండి చూచే వారికి, ఈ రంగులు భూమిమీది రంగులతో కలిసిపోయి, విమానం కనబడదు. ఇక వాటి క్రింద భాగాలకు లేతనీలం, గులాబీ, లేదా తెలుపు రంగులను పూస్తారు. ఈ రంగులు ఆకాశం రంగులతో కలిసి పోవడం వల్ల క్రిందనుండి చూచేవారు మోసపోతారు. అటువంటి రంగులు వేసిన విమానాలు 750 మీటర్ల ఎత్తుకు ఎగిరిన తర్వాత, గుర్తించడం కష్టం. ఇక 3,000 మీటర్ల ఎత్తుకు చేరిన తర్వాత అవి అసలే కనబడవు. రాత్రులలో బాంబు దాడులు జరిపే విమానాలకు నలుపురంగు వేస్తారు.

రక్షణ కోసం, ఎటువంటి పరిస్థితిలోనయినా అనువుగా ఉండేది, అద్దంలా తళతళలాడే తలం చుట్టు పక్కల ప్రకృతి ఇందులో ప్రతిఫలించడం ద్వారా అది కలగలిసిపోతుంది. కనుగొనడం కష్టమవుతుంది. మొదటి ప్రపంచ యుద్ధంలో తమ జెపెలిన్ విమానాలను కాపాడడానికి జెర్మనీ వారు ఇటువంటి పద్ధతిని వాడుకున్నారు. మెరిసిపోయే, వాటి అల్యూమినియమ్, తలం మేఘాలను, ఆకాశాన్ని ప్రతిఫలించేది వాటిని కనుగొనడం చాలా కష్టమయ్యేది. కేవలం వాటి ధ్వని ద్వారా మాత్రమే వాటిని గుర్తించడం వీలయేది.

ఈ రకంగా కథల్లో చెప్పుకున్న "అదృశ్యమయ్యే శక్తి," ప్రకృతిలోనూ, యుద్ధాలలో నిజమయింది.

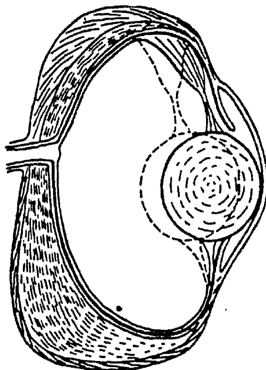
నీటి అడుగున కన్ను

మీరు కావలసినంత కాలంపాటు, నీటి అడుగున కళ్లు తెరుచుకుని ఉండగలరని అనుకోండి. అప్పుడు మీరేమయినా చూడగలుగుతారా? నీరు పారదర్శకమయిందే గనక, బయట గాలిలో ఎలా చూడ గలుగుతారో, అంతే సులభంగా నీటిలో కూడా చూడగలుగుతామని మీరనుకుంటారేమో?

అయితే మీరిప్పుడు అదృశ్యమానవుని గుడ్డితనాన్ని ఒక సారి గుర్తు తెచ్చుకోండి. అతని కంటికి, దాని చుట్టుగల గాలికి వక్రీభవన గుణకం ఒకంతే ఉండడం వల్లనే గదా చూడలేక పోతాడు! గాలిలో అదృశ్య మానవుడు చిక్కుకున్న లాంటి పరిస్థితిలోనే, మనం నీటిలో మునిగి, 'చూడాల'నుకున్నప్పుడు చిక్కుకుంటాం. విషయం సులువుగా అర్థం కావడం కోసం కొన్ని వివరాలిస్తాను. నీటియొక్క వక్రీభవన గుణకం 1.34. ఇక కంటిలో ఉండే పారదర్శకమయిన భాగాల గుణకాలు ఈ రకంగా ఉంటాయి. అక్షిపటలం, కంటిలో ఉండే ద్రవం విట్రియస్ హ్యూమర్‌లకు 1.34 ; కటకానికి

1.43 ; అక్వియస్ హ్యూమర్ అనే మరో ద్రవానికి 1.34 కటకం యొక్క వక్రీభవన శక్తి నీటికన్నా కేవలం పదవ వంతు మాత్రమే ఎక్కువని గమనించి ఉంటారు. ఇక మిగతా భాగాలకు, నీటికి తేడా లేదు. అందుకే నీటి అడుగున కనబడే దృశ్యం సరిగ్గా అక్షిపటలం మీద పడక, దాని వెనక పడతాయి. అందువల్ల అంతా చాలా బూజుగా కనబడుతుంది. హ్రస్వదృష్టి బాగా ఉన్నవారికి మాత్రం నీటి అడుగున, ఇంచుమించు బయటకనబడినంత బాగా కనబడుతుంది.

చిత్రం 110. చేప కన్ను మధ్యచ్ఛేదం గోళాకారంగల లెన్సు ఆకారం అవసరాన్ని బట్టి మారదు. అందుకు బదులుగా లెన్సు స్థానం చుక్కలగీతలో సూచించినట్లుగా మారుతుంది.



నీటిలోపల వస్తువులేలా కనబడతాయో చూడాలనుకుంటే, ఒకసారి ద్విపుటాకార కటకాలుగల, కళ్ళజోడు పెట్టుకుని చూడండి. ఈ కటకాలు, కాంతి కిరణాలను బాగా విస్తరింపజేస్తాయి. అందుకని కన్ను వక్రీభవనం చేయగలిగిన కిరణాలు, అక్షిపటలం వెనకగా కేంద్రీకృతమవుతాయి. అప్పుడు దృశ్యమంతా బాగా బూజుగా కనబడుతుంది.

అయితే నీటిలో మునిగిన వారు, వక్రీభవన గుణకం ఎక్కువగా గల కంటిజోడు వాడవచ్చుగదా! మామూలు భూతద్దాలు ఇక్కడ పనిచేయవు. మామూలు గాజు, వక్రీభవన గుణకం 1.5 అంటే నీటికన్నా కొంచెమే ఎక్కువ. నీటికింద వాటి శక్తి మరింత తగ్గుతుంది. గుణకం చాలా ఎక్కువగా ఉండే ప్రత్యేకమయిన కటకాలను వాడాలి. (హెవీ ఫ్లింట్‌గ్లాస్ అనే రకానికి వక్రీభవన గుణకం 2) అటువంటి కంటిజోడుంటే నీటిలో కూడా చూడవచ్చు.

చేప కంటిలోని కటకం ఎందుకంత లావుంటుందో ఇప్పుడు అర్థమయి ఉంటుంది. అది ఇంచుమించు గుండ్రంగా ఉంటుంది. జంతువుల కళ్లు అన్నింటిలోకి ఎక్కువ వక్రీభవన గుణకంగల కళ్లు చేపవే. వక్రీభవన గుణకం బాగా ఉండే, నీటిలో బతికే

చేపకళ్లు ఆ రకంగా ఉండక పోతే, కళ్లుండి కూడా లాభంలేదు.

గజ ఈతగాళ్లు ఎలా చూస్తారు?

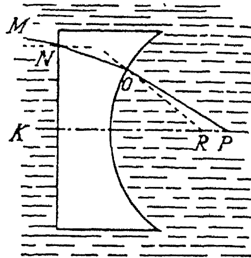
నీటిలో మనిషి కళ్లు కాంతిని వక్రీభవించ లేవంటే మరి, నీటిలో మునిగి పనిచేసే డైవర్లు ఎలా చూస్తారని ఎవరికయినా అనుమానం కలగవచ్చు. అయితే డైవర్లు తలకు పెట్టుకునే హెల్మెట్లకు, పుటాకారంగల అద్దాలుగాక, చదునుగా ఉండే అద్దాలుండడం గమనించే ఉంటారు. ఇక జూల్స్‌వెర్న్ గారి నాటిలస్ జలాంతర్గామిలో వారు, సముద్రంలోని దృశ్యాలను ఎలాచూడగలిగారు?

ఈ ప్రశ్నకు సమాధానం చాలా సులువు. మనం డైవింగుకోసం ప్రత్యేకంగా ఉండే దుస్తులు హెల్మెటు లేకుండా నీటిలో దూకితే, నీరు నేరుగా కంటికి తగులుతుంది. హెల్మెటు ధరించినవారికి (అలాగే జలాంతర్గామి కిటికీలోంచి చూచే వారికి) నీటికి, కంటికి మధ్యన గాలి ఉంటుంది. (అద్దం కూడా) దానివల్ల పరిస్థితి మారుతుంది. నీటిలోనుంచి బయలుదేరిన కాంతి, అద్దంగుండా వచ్చి, కంటికి తగిలే ముందు, గాలిలో పయనిస్తుంది. దృశ్యశాస్త్ర సిద్ధాంతాల ప్రకారం, నీటిలోనుండి వెలువడిన కాంతి, చదునైన గాజులోనికి ఒక కోణంలో ప్రవేశిస్తే, దాని దిశమారదు. కానీ, అది గాలిద్వారా వచ్చి కంటిలో ప్రవేశించగానే వక్రీభవనం చెందుతుంది. కన్ను అక్కడకూడా ఎప్పటిలాగే పనిచేస్తుంది. నీటితో నిండిన పాత్రలోని చేపను మనం మామూలుగానే చూడగలగడం ఇందుకొక మంచి ఉదాహరణ.

నీటిలోపల భూతద్దాలు

మీరెప్పుడయినా భూతద్దాన్ని నీటిలో ముంచి, దానిగుండా, నీటిలోని ఇతర వస్తువులను చూడడానికి ప్రయత్నించారా? ఆశ్చర్యమేమంటే, నీటిలో భూతద్దం శక్తి తగ్గిపోతుంది. ఇదే పనిని మీరు ఒక ద్విపుటాకార కటకంతో చేసి చూస్తే, వస్తువులను చిన్నవిగా చూస్తే, దాని శక్తి కూడా తగ్గినట్టు తెలుస్తుంది. ఇక నీటిలో కాక ఈప్రయోగాన్ని, వక్రీభవన గుణకం గాజుకన్నా ఎక్కువగా ఉండే మరొక ద్రవంలో చేసి చూస్తే, కుంభాకార కటకంతో వస్తువుల పరిమాణంతగ్గి, పుటాకార కటకంతో వాటి ఆకారం పెరిగి కనబడుతుంది.

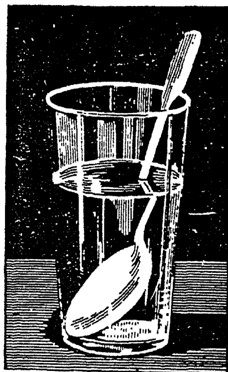
ఇలా ఎందుకు జరుగుతుందో అర్థం చేసుకోవాలంటే, కాంతి వక్రీభవనానికి సంబంధించిన సూత్రాలను ఒకసారి గుర్తు చేసుకోవాలి. చుట్టూ ఉండే గాలికన్నా ఒక పుటాకార కటకం, కాంతిని ఎక్కువగా విస్తరింపజేస్తుంది గనుక, అందులోంచి వస్తువులు పెద్దవిగా కనబడతాయి. కటకం, నీరు రెంటి వక్రీభవన గుణకంలో అంత తేడా లేదు గనుక, నీటిలోనుండి కటకంలోకి ప్రవేశించే వెలుగు అంతగా వంపు చూపదు. ఈ సూత్రం ద్వికుంభాకార ద్విపుటాకార కటకాలు రెంటికీ వర్తిస్తుంది. మోనోబ్రోమోనాఫ్థలీన్ అనే రసాయనానికి, గాజుకంటే ఎక్కువ వక్రీభవన గుణకం ఉంటుంది. అందులో ఉంచిన కుంభాకార కటకాలు, వస్తువులను చిన్నవిగా



చిత్రం 111. నీటిలో దిగేవారి గాగుల్సులో ఉండేవి సమతల పుటాకారపు గాలి లెన్సులు. వక్రీభవనం జరిగేటప్పుడు ఎమ్ ఎన్ అన్న కిరణం ఎమ్ ఎన్ ఒ పి దారి వెంట ప్రసారమయి లెన్సు లోపల లంబానికి దూరంగా వెళ్లి లెన్సు బయట లంబానికి (అంటే ఒ ఆర్ కి) చేరువగా వస్తుంది. అందుకే ఈ లెన్సు భూతద్దం లాగ కిరణాలను కేంద్రీకరిస్తుంది.

చూపుతాయి. పుటాకారకటకాలు వాటిని పెద్దవి చేసి చూపుతాయి. గాలినింపిన కటకాలు కూడా, నీటిలో ఇలాంటి ప్రభావాన్నే కలిగి ఉంటాయి. నీటిలో మునిగి పనిచేసే గజ ఈతగాళ్లు వాడే గాగుల్స్‌లో ఇలాంటి గాలి నింపిన అద్దాలే ఉంటాయి.

చిత్రం 112. నీటి గ్లాసులో వక్రంగా కనిపించే చంచా దృశ్యం

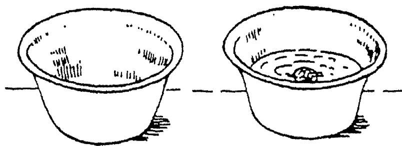


అనుభవంలేని ఈతగాళ్లు

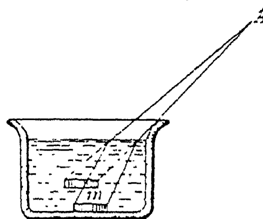
కాంతి వక్రీభవనంవల్ల కలిగే ఒక ఫలితంవల్ల ఈతలో అనుభవం లేనివారు కష్టాః

పాలవుతుంటారు. ఈ లక్షణం వల్ల నీటిలోపలి అన్ని వస్తువులు ఎత్తులో ఉన్నట్లు కనిపిస్తాయని వారికి తెలియదు. నీటి అడుగున ఉండే భూమి, అసలు నీటిలోతులో మూడవవంతు పైకి ఉన్నట్లు కనబడుతుంది. ఈ రకంగా కనిపించడంవల్ల కొందరు అపాయాల పాలవుతారు. పొట్టి వాళ్ళు, పిల్లలకు ఈ విషయం తప్పక తెలిసి ఉండాలి. లేకుంటే వారు లోతును తప్పుగా అంచనా వేసుకుని, అపాయంలో చిక్కుకోగలరు. నీటిగ్లాసులో ఉంచిన చెంచా వంగినట్లు కనిపించే కారణంగానే నీటిలోని భూమి పైకిలేచినట్లు కనబడుతుంది.

వక్రీభవనాన్ని ప్రయోగాత్మకంగా చూపడానికి ఒక పద్ధతి ఉంది. టేబుల్ మీద ఒక పాత్ర ఉంచి, మీ మిత్రుడిని ఆ టేబుల్ దగ్గర పాత్ర, అడుగు అతనికి కనిపించని విధంగా కూర్చోబెట్టండి. పాత్ర అడుగున ఒక నాణెం ఉంచండి. అంచులు అడ్డంగా ఉండడం వల్ల అది మీ మిత్రుడికి కనబడదు. అతన్ని అదే రకంగా కదలకుండా కూచోమని చెప్పి, పాత్రలో నీరు పోయండి. ఆశ్చర్యంగా నాణెం కనిపిస్తుంది. సిరంజితో నీటిని తీసేస్తే, అదిమళ్లీ కనుమరుగవుతుంది.

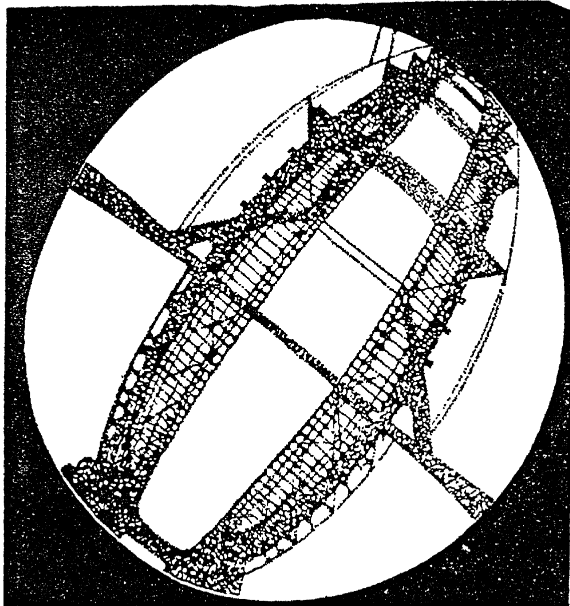


చిత్రం 113. గిన్నెలో నాణెం ప్రయోగం.



చిత్రం 114. చిత్రం 113 లో నాణెం పైకి వచ్చినట్టు కనబడడానికి కారణం

ఇందుకు వివరణ కోసం చిత్రం 114 చూడండి. నీటికి ఎత్తులో A దగ్గర కన్ను ఉన్నప్పుడు, m నాణెం ఎత్తుకు కదిలినట్లు కనబడుతుంది. కిరణాలు చిత్రంలో చూపినట్లు నీటినుండి, గాలిలోకి చేరినపుడు వంగుతూ కంటిని చేరుకుంటాయి. దృష్టిరేఖలను పొడిగిస్తే ఉండే స్థానంలోనే నాణెం ఉందని చూచే కంటికి అనిపిస్తుంది. అది నిజంగా నాణెం ఉండే చోటికన్నా ఎత్తులో ఉంటుంది. కిరణాలు ఎంత వంగితే నాణెం అంత ఎత్తులో కనబడుతుంది. బోటులో ఉండే వారు



చిత్రం 115. నదిలో మునిగిన వాడికి ఎగువన వుండే రైలు వంతెన ఇలా కనబడుతుంది (ప్రొఫెసర్ వుడ్ తీసిన ఫోటో ఆధారం)

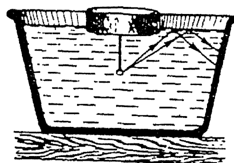
నీటిలోకి చూచినప్పుడు, అక్కడి తలం సమంగా ఉన్నప్పటికీ, బోటు క్రింద బాగా లోతున్నట్లు, దూరంలో లోతు తక్కువగా ఉన్నట్లు కనబడుతుంది. అలా నేల పుటాకారంలో ఉన్నట్లు కనబడడానికి కారణం కూడా ఇదే! అలా కాకుండా మనమే నీటిలో మునిగి ఉండి, ఆనీటికి పైనుండే వంతెనను గనక చూస్తే, అది ఉబ్బెత్తుగా ఉన్నట్లు అగుపిస్తుంది. ఈ పరిస్థితిలో కాంతి కిరణాలు తక్కువ వక్రీభవన గుణకం ఉండే గాలిలోనుండి, గుణకం ఎక్కువ ఉండే నీటిలోకి ప్రవేశిస్తాయి. కాబట్టి బయటినుండి నీటిలోకి చూచిన దానికి వ్యతిరేకమయిన ప్రభావం కనబడుతుంది. అందుకే, నీటి పాత్రలో ఉన్న చేప బయట వరసగా నిలబడిన మనుషులను చూస్తే వారు బాణంలా వంపు తిరిగిన రేఖ మీద నిలబడినట్లు కనబడాలి. పైగా మధ్యలో మనుషులు దగ్గరగా ఉన్నట్లు, వరుస చివరలలో వారు దూరంగా కనబడతారు. చేపలకే గనక మనుషులకళ్ల లాంటి కళ్లుంటే వాటికి ఏం కనిపిస్తుందనేది ముందు

ముందు చూద్దాం.

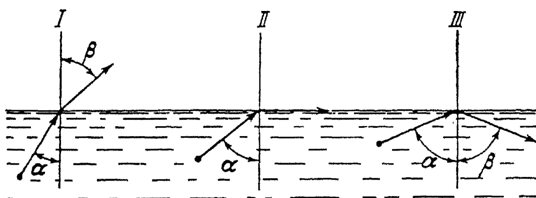
కనబడని గుండుసూది

సన్నని ఒక బెండుముక్కలో గుండు సూదినొక దాన్ని గుచ్చండి, ఆ సూది నీటిలోకి ఉండేట్లు బెండును నీటిమీద వదలండి. గుండుసూది ఎంతపొడుగున్నప్పటికీ, మీరెంత వంగి వంగి చూచినప్పటికీ, ఆ గుండుసూది కనబడదు. (బెండు మరీ పెద్దదిగా ఉండకూడదు) గుండుసూదినుండి బయలుదేరిన కిరణాలు ఎందుకని కంటిదాకా చేరవు? అవి సంపూర్ణ అంతర్గత పరావర్తనం చెందుతాయి గనక.

చిత్రం 116. కనబడని గుండు సూది



కిరణాలు నీటినుండి గాలిలోకి, లేదా ఎక్కువ వక్రీభవనశక్తిగల యానకంనుండి తక్కువ శక్తిగల యానకంలోకి ప్రసరించే తీరును చిత్రం 117 లో చూడవచ్చు. గాలినుంచి నీటిలోకి వచ్చే కిరణం లంబరేఖకు మరి దగ్గరయేలా వంగుతుంది. ఉదాహరణకు, నీటిని పతనలంబానికి B కోణంలో తగిలే కిరణం వంగి a కోణంలో నీటిలో ప్రవేశిస్తుంది. B కన్నా a చిన్నదిగా ఉంటుంది. (చిత్రం 117 లో I లో బాణం గుర్తులను తిరగవేసి ఊహించండి.) అయితే కిరణం, నీటిమట్టం వెంబడి పతన లంబానికి, లంబకోణంలో వస్తే ఏమవుతుంది? అది లంబకోణంకన్నా



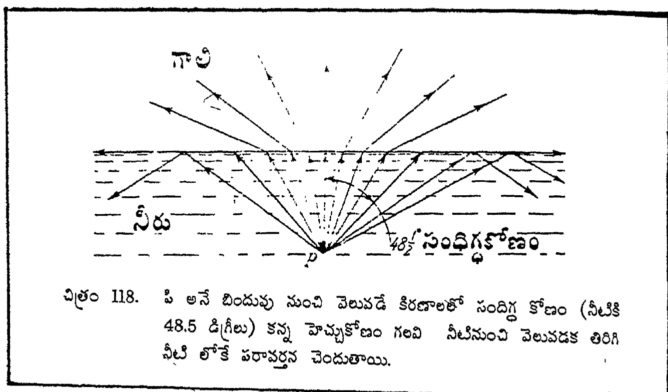
చిత్రం 117. నీటి నుంచి గాలిలోకి వెలువడే కిరణం పొందే వక్రీభవనాలు, సందర్భం

'11లో కిరణం నీటి మట్టాన్ని సందిగ్ధ కోణంలోతాకి నీటి మట్టం వెంబడి వెలువడుతుంది.

111 లో సంపూర్ణాంతః పరావర్తనం జరుగుతుంది.

తక్కువకోణంలో (48.5°) లతో నీటిలోకి ప్రవేశిస్తుంది. 48.5° కన్నా ఎక్కువ కోణంలో కిరణాన్ని నీటిలోకి పంపించడం వీలుకాదు. అదినీటికి 'సందిగ్ధకోణం' అనబడుతుంది. వక్రీభవన సూత్రంమీద ఆధారపడిన విచిత్రాలను కొన్నింటిని మనం గమనిద్దాం. వాటిని అర్థం చేసుకోవడానికి ముందు, ఈవిషయం అర్థం అయి ఉండాలి.

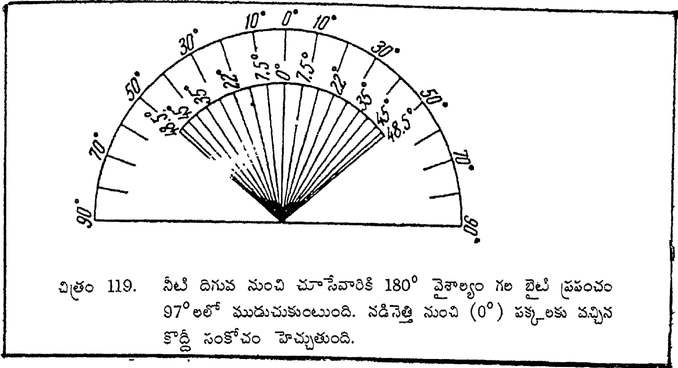
నీటిమీద వేరువేరు కోణాలలో పడే కిరణాలన్నీ, నీటిలోపల $48.5+48.5=97°$ ప్రాంతంలోకి కుదింపబడతాయని తెలుసుకున్నాం. ఇక కిరణాలు, ఇంకొకమార్గంలో, అంటే నీటినుండి గాలిలోకి (చిత్రం 118) ఎలా వెడతాయో చూద్దాం. దృశాశాస్త్ర సిద్ధాంతం ప్రకారం కిరణాలు తిరిగి అదే మార్గంలో ప్రసరిస్తాయి. ఇంతకుముందు మనం అనుకున్న 97° శంకువులోని కిరణాలన్నీ, నీటిపైకి రాగానే బయటకు వంగి, వివిధ కోణాలలో విస్తరించి 180° అర్ధవృత్తపరిధికి వ్యాపిస్తాయి.



చిత్రం 118. పి అనే బిందువు నుంచి వెలువడే కిరణాలతో సందిగ్ధ కోణం (నీటికి 48.5 డిగ్రీలు) కన్న హెచ్చుకోణం గలవి నీటినుంచి వెలువడక తిరిగి నీటి లోకే పరావర్తన చెందుతాయి.

ఇక ఈ 97° శంకువుకు వెలుపల వుండే కిరణాలు ఎటుపోతాయి. ఆ కిరణాలు నీటినుండి బయటకు రానేరావు. అవి నీటి ఉపరితలం నుండి అద్దం మీదలాగ పరావర్తనం చెంది వెనక్కుపోతాయి. మామూలుగా చెప్పాలంటే, నీటిలో నుండి వచ్చే కిరణాలు, సందిగ్ధకోణం కన్నా ఎక్కువగా ఉంటే అవి వక్రీభవించవు, పరావర్తనం చెందుతాయి. ఈ పద్ధతినే "సంపూర్ణ అంతర్గత పరావర్తనం"అంటారు. ఇందులోని కిరణాలు అన్ని పరావర్తనం చెందుతాయి గనుక, దీన్ని సంపూర్ణ పరావర్తనం అంటారు. ఇక అద్దం ఎంతమంచిదయినా, వెండి, మెగ్నీషియం పూతలు గలదయినా సరే పైన ప్రసరించిన కిరణాలన్నింటినీ, తిరిగి వెనక్కి పంపదు. కొన్ని కిరణాలను అది గ్రహిస్తుంది. అందుకే నీటిని ఒక సంపూర్ణమయిన అద్దం అనవచ్చు.

ఇక చేపలలో భౌతికశాస్త్రవేత్తలుంటే, వాటికి అన్నిటికన్నా ముఖ్యమయిన సిద్ధాంతం, అంతర్గత పరావర్తనమే నీటిలోపల వాటి దృష్టికి అదీ ఎంతో



చిత్రం 119. నీటి దిగువ నుంచి చూసేవారికి 180° వైశాల్యం గల బైటి ప్రపంచం 97° లలో ముడుచుకుంటుంది. నడినెత్తి నుంచి (0°) పక్కలకు వచ్చిన కొద్దీ సంకోచం హెచ్చుతుంది.

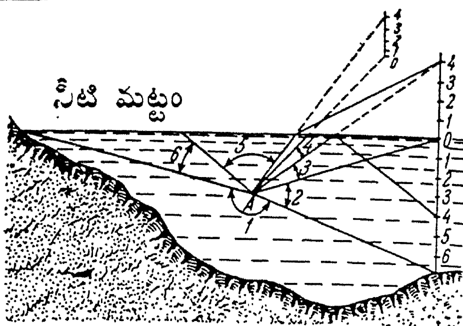
ముఖ్యమైంది. నీటిలోపల వాటి దృష్టికి, వాటి పొలుసులకుండే వెండి తెలుపు రంగుకు సంబంధం ఉంది. చేపలు తమను తాము రక్షించుకోవడానికి ఇటువంటి రంగును ఏర్పరచుకున్నాయని జంతుశాస్త్ర నిపుణులు అంటారు. ఈ రంగు ఉండడంవల్ల, పైనుండే నీటికప్పు రంగులో అవి కలిసిపోతాయి. క్రిదనుంచి చూచేవారికి, సంపూర్ణ అంతర్గత పరావర్తనం వల్ల నీటి ఉపరితలం అద్దంలా కనబడుతుందని మనకు తెలుసు. చేపలను తినవచ్చే ఇతర ప్రాణులకు, అద్దం రంగువల్ల చేపలు కనబడవు.

నీటి దిగువ నుంచి దృశ్యాలు

నీటి క్రిందనుంచి చూస్తే ఈ ప్రపంచం ఎంత విచిత్రంగా కనబడుతుందనే ఊహ కూడా చాలామందికి ఉండదనిపిస్తుంది. అది మనం గుర్తించలేనంతగా మారిపోతుంది. నీటి క్రిందనుంచి చూస్తున్నామనుకుందాం. నిలువుగా వచ్చే కిరణాలమార్గం మారదు గనుక మేఘాలు ఎప్పటిలాగే కనబడతాయి. ఇక తక్కువ కోణాలతో నీటిని ప్రవేశించే కిరణాలకు ఆలవాలాలయిన వస్తువులన్నీ అంటే ఏ పక్కనున్న వస్తువులయినా, మారిపోయి కనబడతాయి. ఆసన్నకోణం లంబకోణం కన్నా తక్కువయిన కొద్దీ ఆయా వస్తువుల ఎత్తు తగ్గిపోతూ కనబడుతుంది. ఇక నీటి వెలుపల 180° ప్రాంతంలో వ్యాపించి ఉన్న వస్తువులన్నీ కుంచించుకుపోయి కేవలం 97° ప్రాంతంలో కనబడతాయి. అటువంటప్పుడు దృశ్యం మారి విచిత్రంగా కనబడడంలో సందేహంలేదు. 10° కోణంలో వెలుగును నీటిలోకి ప్రవేశింపజేసే వస్తువులన్నీ, నీటిలోఉండేవారికి, చాలా కుంచించుకుపోయినట్లు కనబడి, అసలు గుర్తుపట్టలేకుండా ఉంటాయి.

అన్నింటికన్నా ఆశ్చర్యంగా కనపడేది, నీటి ఉపరితలమే. అది చదునుగాగాక, శంకువు ఆకారంలో ఉన్నట్లు కనిపిస్తుంది. లోపలి మనుషులు ఏదో అగాధంలో ఉన్న భావం కలుగుతుంది. దాని అంచులు 97° కన్నా కొంచెం మాత్రమే ఎక్కువ కోణం ఉన్నట్లు ఉంటుంది. పైన ఇంద్రధనస్సులోని రంగులన్నీ అంచుల వెంట కనబడతాయి

తెల్లని సూర్యకాంతిలోని వివిధ వర్ణాలకు వేర్వేరు సందిగ్ధకోణాలుండటమే ఇందుకు కారణం.



చిత్రం 120. నీటి దిగువన ఎ వద్ద కన్నుంచి చూసేవాడికి నీటి మట్టం కొలిచే గేజి కనబడే పద్ధతి కోణం 2 లో నీటిలో మునిగి వున్న గేజి భాగం అస్పష్టంగా కనిపిస్తుంది. కోణం3 లో నీటి లోపలికి ఉండే ఆ భాగం తాలూకు ప్రతిబింబం కనబడుతుంది. ఇంకా ఎగువగా చూస్తే గేజిలో నీటికి ఎగువగా ఉన్న భాగం సంకోచం పొంది మిగిలిన గేజికి ఎడంగా కనబడుతుంది. కోణం 4 లో అడుగు యొక్క ప్రతిబింబం కనబడుతుంది. కోణం 5 లో నీటి వెలుపలి దృశ్యం సూచిగొట్టపు ఆకారంలో కనిపిస్తుంది. కోణం 6 లో నీటి దిగువ భాగం యొక్క ప్రతిబింబం కనబడుతుంది. కోణం 1 లో నీటి అడుగు మసకగా గోచరిస్తుంది.

ఇంద్రధనస్సు రంగులుగల అంచులకవతల ఏం కనబడుతుంది? నీటి ఉపరితలం మాత్రమే మెరిసిపోతుండే ఈ అద్దంలో క్రిందివస్తువులన్నీ అద్దంలోపలె కనిపిస్తాయి.

ఇంకొక విచిత్రం ఉంది. నీటిలోసగం, పైన సగం ఉండేవస్తువులు మరింత ఆశ్చర్యకరంగా కనబడతాయి. నది నీటి లోతును కొలవడానికి పాతిన కర్ర ఉందనుకోండి (చిత్రం 120) A వద్ద నీటిలో ఉండే వ్యక్తికి ఏం కనబడుతుంది? దృష్టిలోకి రాను వీలున్న 360° లప్రాంతాన్ని వివిధ భాగాలుగా చేసి వాటిగురించి విడివిడిగా చర్చిద్దాం. మొదటికోణం పరిధిలో నదిలోని అడుగు కనబడుతుంది. ఇది తగినంత వెలుగున్నప్పుడు మాత్రమే సాధ్యం! ఇక రెండవ కోణంలో లోతుకర్రలోని కొంతభాగం, ఉన్నదున్నట్లు కనబడుతుంది. మూడవకోణంలో ఇంచుమించుగా, లోతుకర్ర రెండవకోణంలో కనబడిన భాగంయొక్క ప్రతిబింబం, తలక్రిందులుగా కనబడుతుంది. ఇందుకు కారణం 'సంపూర్ణ అంతర్గత పరావర్తనం.' ఇంకొంచెం పైకి చూస్తే లోతుకర్రనీటిమీద ఉండేభాగం కనబడుతుంది. అయితే ఈ కర్ర వేడిగా పక్కకు, కొంచెం ఎత్తులో కనిపిస్తుంది. క్రిందిభాగాలకు అతికినట్లు ఉండదు.

నిజానికి చూచేవారికి ఈ రెండుభాగాలు ఒకే కర్రకు సంబంధించినది అనిపించదు. పైగా లోపల నీటిలో లోతుకర్ర కనబడే భాగంనిజానికంటే చాలా పొట్టిదిగా నొక్కుకుపోయి కనబడుతుంది. దానిమీది గీతలుకూడా లావుగా కనబడతాయి.

నీటిలో ఉండి చూచేవారికి, గట్టుదగ్గర నీటిలో సగం మునిగిన చెట్టు చిత్రం 121లో చూపిన విధంగా కనబడుతుంది. స్నానంకోసం నడుములోతు నీటిలో నిలబడిన మనిషి చిత్రం 122లో వలె విచిత్రంగా కనబడతాడు. చేపకు మనకళ్ల వంటి కళ్లుంటే అంతా ఇలాగే కనబడేదన్నమాట!

లోతు తక్కువగా ఉండేనీటిలో తిరుగుతుండే మనుషులు చేపలకు రెండుభాగాలుగా కనబడతారు. పైభాగానికి కాళ్లుండవు. కిందభాగానికి తల ఉండదు. అక్కడకూడా మళ్లీ రెండుకాళ్లే ఉంటాయి. చూచే కంటినుంచి ఈ మనిషి దూరం జరిగినకొద్దీ శరీరభాగాలు పైనుండి అదిమినట్లు కనబడతాయి. నీటిపైన తల ఒకటే తేలుతున్నట్లుంటుంది.



చిత్రం 121. నీటిలో సగం మునిగి వున్న చెట్టు నీటి దిగువ నుంచి చూసే వాడికి ఇలా కనబడుతుంది. (చిత్రం 120తో సరిచూడండి.)

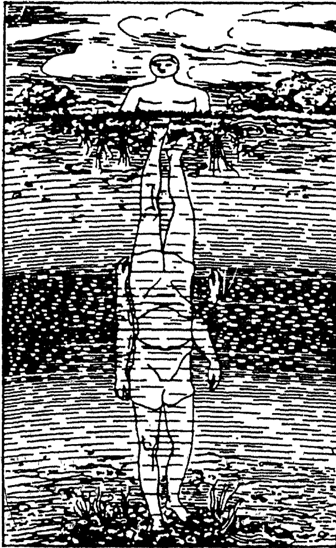
ఇటువంటి దృశ్యాలను మనం చూడాలని ప్రయత్నిస్తే ఏమవుతుంది? నీటిలోపల మనకు బాగా కనబడదు. అసలుకళ్లు తెరుచుకుని చాలాసేపు ఉండడమే కష్టం. ఆ ఉండగలిగిన కొద్దికాలంలోనే నీరు ప్రశాంతంగా ఉండదు. కదిలే నీటిలో దేనినీ చూడడం వీలుకాదు. ఇంతకుముందే మనం, నీటికీ, మనకంటిలోని పారదర్శక భాగాలకు వక్రీభవన గుణకం ఒకంతే ఉంటుందని అనుకున్నాం. కాబట్టి మనకు కనబడేంత

బూజుగా ఉంటుంది. హెల్మెట్, లేదా జలాంతర్గాములలోంచి చూడప్రయత్నించి కూడా లాభంలేదు. ఆ సందర్భాలలో మనం నీటిలోపల ఉంటాం. కానీ మనదృష్టి మాత్రం నీటిలోపల దృష్టికాదు. కంటిముందు గాలి ఉండడం వల్ల అక్కడకూడా మనకు మామూలుగానే కనిపిస్తుందని కూడా ఇంతకుముందే అనుకున్నాం.

అయితే నీటిలోనుండి కనబడే దృశ్యాలను చూడడానికి మనం నీటిలో మునగవలసిన అవసరంలేదు. ఈరకమయిన దృశ్యాలను నీటితో నింపిన కెమేరాతో తయారుచేయవచ్చు. అందులో లెన్సు ఉండవలసిన చోట కేవలం చిన్న రంధ్రం ఉండే లోహపురేకు అమర్చితే చాలు. ఆ రంధ్రానికి, ఫిల్ముకు మధ్యన నీరు మాత్రమే ఉంటే, దానిమీద వచ్చే ఫోటోలు, నీటిలోపలినుంచి కనబడే దృశ్యంలాగే ఉండాలి. ఈ పద్ధతి సాయంతోనే అమెరికన్ భౌతికశాస్త్రవేత్త ప్రొ. వుడ్ కొన్ని ఆశ్చర్యకరమయిన ఫోటోలు తీశాడు. వాటిలోంచి ఒకటి చిత్రం 115 లో మీరు చూచారు. ఈ చిత్రంలోని వంతెన ఉబ్బెత్తుగా ఎందుకు కనబడిందో చెప్పుకున్నాం.

చిత్రం 122. రొమ్ముబంటి నీటిలో నిలబడిన మనిషి నీటి దిగువనుంచి చూసేవాడికిలా కనబడతాడు

(చిత్రం 120తో సరిచూడండి.)



నీటిలోపలి లాంటి దృశ్యాలను నేరుగా చూడడానికి మరొకమార్గం ఉంది. నీటి మడుగులోని ప్రశాంతమయిన నీటిలో ఒక అద్దాన్ని ఉంచి, దాన్ని అవసరమయినంతవరకు వంచిపెట్టి, అందులో ప్రతిఫలించే బయటి దృశ్యాలను చూడడమే. ఇందులో, ఇంతవరకు సిద్ధాంతపరంగా మనం చర్చించిన వివరాలన్నీ తు.చ. తప్పకుండా కనబడతాయి.

సారాంశంగా చెప్పాలంటే, శుభ్రమయిన నీటిలోపలగల వస్తువులన్నీ మనకంటికి ఎంతో మారిపోయి చిత్రవిచిత్రమయిన ఆకారాలలో కనబడతాయి. ఏదయినా భూచరప్రాణి తన నివాసాన్ని నీటిలోకి మార్చుకుంటే, అలా మార్చుకోగలిగితే, అది తన స్వంతనివాసాన్ని సరిగా గుర్తించలేకపోతుంది. నీటిలోనుండి చూచినపుడు భూమిమీద దృశ్యాలు కూడా మారిపోయి కనబడతాయి.

నీటిలోపలరంగులు

నీటిలోపల మారిపోతుండే రంగుచాయలను గురించి, అమెరికన్ జీవశాస్త్ర నిపుణుడు బీబ్ చాలా ఆసక్తికరంగా వర్ణిస్తాడు.

"ఉదయం 9:41 నిమిషాలకు మేము (బాతిస్ఫియర్లో) నీటిలోకి మునిగాం. ఇదెప్పటికీ అనుభవంలో ఉన్నదయినా, బంగారు పసుపురంగు ప్రపంచం ఒక్కసారిగా, అనుకోకుండా ఆకుపచ్చగా మారింది. అద్దాలమీదనుండి నురుగు, బుడగలు తొలగిపోగానే, ఆకుపచ్చకాంతి అంతటా అలుముకుంది. మా ముఖాలు, టాంకు, ట్రేలు, చివరకు లోపలి నలుపురంగుగోడలు కూడా ఆకుపచ్చరంగులో స్నానం చేసినట్టుంది. అక్కడినుండి సముద్రనీలంరంగులోకి దిగిపోయాం

"మొదటిసారి మునగగానే, ప్రశాంతకరమయిన వర్ణపటంలోని రంగులన్నీ కళ్ల ముందునుంచి మాయమవుతాయి. ఎరుపు,నారింజ రంగులు ఈ ప్రపంచంలో ఎప్పుడూ లేవేమోనన్నట్లవుతుంది. త్వరలోనే ఆకుపచ్చరంగు,. పసుపురంగును కూడా మింగేస్తుంది. ఈ రంగులన్నీ మనకు భూతలంమీద ఆహ్లాదం కలిగిస్తాయి. వంద అడుగుల లోతుకు పోగానే, ఇవన్నీ తరిగిపోయి, వర్ణపటంలో ఆరవవంతు తగ్గిపోతాయి. మన మెదళ్లలో మిగిలేది రాత్రి, మృత్యువు, భయం లాంటి ప్రపంచం.

లోతుకుపోతున్న కొద్దీ తెలియకుండా ఆకుపచ్చకూడా తరిగిపోతుంది. 200 అడుగులలోతుకుచేరిన తర్వాత, అక్కడనీరు ఆకుపచ్చనీలమా, ఆకుపచ్చా చెప్పడం కష్టం.

ఇక 600 అడుగుల వద్ద అంతా చిక్కని వెలిగిపోతుండే నీలం రంగు, అంతా చాలా వెలుగుగానే ఇక కవబడుతుంది. అయితే అందులో నిజమయిన శక్తి మాత్రంలేదు. ఆ వెలుగులో మనం చదవలేము, వ్రాయలేము.

ఆ రంగుకు పేరుపెట్టాలని ప్రయత్నించేశాను. అది నలుపు కలిసిన నీలమా? లేక చిక్కని బూడిదరంగు కలిసిందా? విచిత్రమేమిటంటే, నీలంతగ్గిన కొద్దీ వచ్చేది ఊదాకాదు. వర్ణపటంలో చివరిరంగు అదేకదా! అది పూర్తిగా హరింపబడినట్లుంది. ఇక నీలిరంగు చివరి చాయలుపోయి, పేరుపెట్టలేని ఒకబూడిదరంగు పరుచుకుంటుంది.

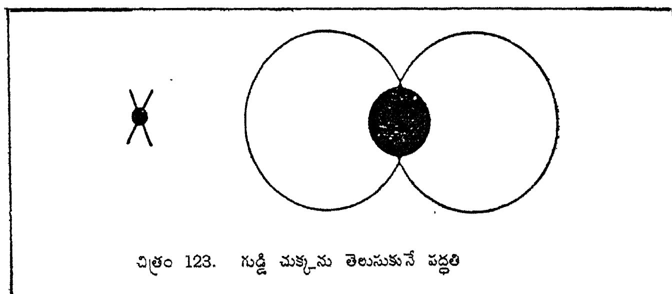
చివరకు నలుపు వచ్చేస్తుంది. ఇంకా లోతుకు పోతే కంటికి రంగులు తెలియవు. మెదడు రంగులలో భేదాలను గుర్తించనంటుంది. సూర్యుని అచూకీ తెలియదు. రంగులు శాశ్వతంగా మాయమవుతాయి. రెండు బిలియన్ సంవత్సరాలుగా చీకటిమయమయిన ఆ ప్రాంతంలో మనిషి విద్యుత్తుసాయంతో వెలుగు ప్రసరింపజేస్తేనే ఏదయినా కాంతి ఉండేది.!"

అగాధాల్లోని అంధకారంగురించి బీబ్ మరోచోట ఇలా వ్రాశాడు:

కొన్నిరోజుల క్రితం 2,500 అడుగుల లోతున నీరు ఊహకందనంతనలుపుగా కనబడింది. అదే ఊహకు ఇప్పుడది నలుపుకన్నా నలుపుగా కనబడుతున్నది. పైనుండే ప్రపంచంలో రాబోయే రాత్రులన్నీ దీనిముందు గోధూళి వెలుగులో చాయలు మాత్రమేననిపించింది. ఇక మీదట నలుపు అనే మాట వాడడానికి నాకు నమ్మకం కుదరదు."

గుడ్డిచుక్క

మీరు చూచే దృశ్యంలో,మీ కంటిముందే ఉండేభాగం కొంతమీకు కనబడడంలేదని చెబితే, ఆటపట్టిస్తున్నారంటారేమో! నిజంగానే,ఈవిషయాన్ని మనం జీవితకాలం మొత్తంలో కూడా గుర్తించలేము. నిజంగానే అలా జరుగుతుందని చెప్పడానికి ఒక చిన్న ప్రయోగం.



చిత్రం 123. గుడ్డి చుక్కను తెలుసుకునే పద్ధతి

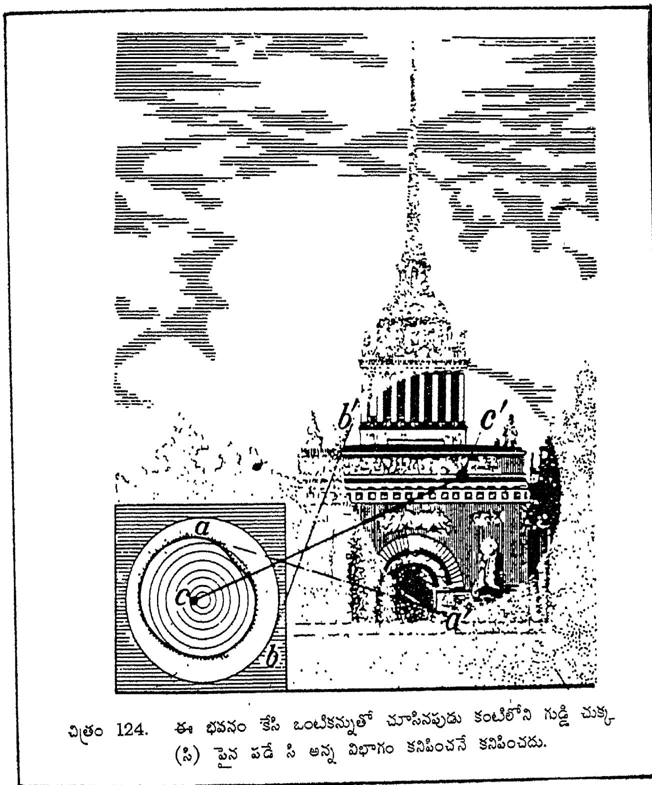
123వ చిత్రాన్ని కుడి కంటి ముందు, 20 సెంటిమీటర్ల దూరంలో పట్టుకోండి. ఎడమకంటిమీద చేతితో కప్పి, కుడికంటితో ఇప్పుడు బొమ్మలో పక్కనే ఉండే క్రాస్ గుర్తును చూడండి. బొమ్మను నెమ్మదిగా కంటికి దగ్గరగా తీసుకురండి. ఒకచోట, రెండువృత్తాలు ఒకదాన్ని ఒకటి ఖండించుకునే చోట ఉండేనల్లనిచుక్క, కనబడకుండా పోతుంది. అది మీకంటికి కనబడే దృశ్యంలో భాగంగా ఉన్నప్పటికీ, కనబడకుండా ఉంటుంది. వృత్తాల్లు దేనంతటదే చక్కగా కనబడతాయి.

ఈ ప్రయోగాన్ని 1668లో మరియట్ అనే భౌతిక శాస్త్రవేత్త, పదునాల్గవ లూయీ ప్రభువు సమక్షంలో, ఇంకొక విధంగా చేసి అందర్నీ ఆశ్చర్యపరిచాడు. ఇద్దరు సభికులను ఒక మీటరు దూరంలో ఎదురుబదురుగా కూచుండబెట్టి, వారిని ఒక

కన్నుమూసుకుని పక్కనే ఉంచిన మరొక వస్తువును చూడమన్నాడు. ఆ మనుషులకు ఒకరినొకరు తలలులేని మొండాలుగా కనిపించారు.

అక్షిపటలం మీద ఉండే గుడ్డిచుక్క గురించి, 17వ శతాబ్దంలోనే తెలుసుకున్నారు. దృష్టికి సంబంధించిన నాడి, అక్షిపటలంలోకి ప్రవేశించే చోటుఇది. అక్కడనాడి శాఖలుగా విడిపోయి ఉండదు. అక్షిపటలంలో కాంతిప్రేరణకు గురికాగల కణాలుకూడా ఉండవు.

మనకిది మొదటినుంచి అలవాటయింది గనుక, భేదం తెలియదు. కనబడని ప్రాంతాన్ని మనం ఊహించుకుని సంతృప్తిపడతాం. మనకు చిత్రం 123లో చుక్కకనపడకున్నా మెదడులోనే గీతలను ఊహించుకుని వృత్తాలు సరిగానే ఉన్నాయనుకుంటాం.



చిత్రం 124. ఈ భవనం కేసి ఒంటికన్నుతో చూసినపుడు కంటిలోని గుడ్డి చుక్క (సి) పైన పడే సి అన్న విభాగం కనిపించనే కనిపించదు.

మీరు కళ్లజోడు వాడతారా? వాడే వారయితే ఒక చిన్నప్రయోగం చేసిచూడండి ఒక చిన్న కాగితంముక్కను కంటిజోడులో ఒక అద్దంమీద, ఒక పక్కన అంటించండి.

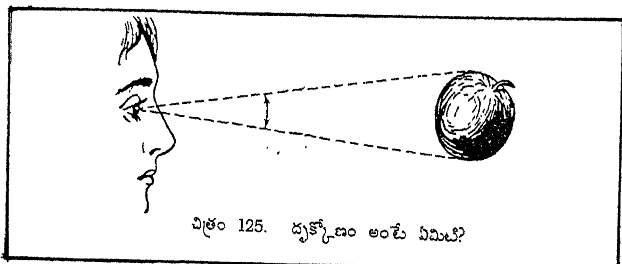
సరిగ్గా మధ్యలో మాత్రం పెట్టకండి. కొన్నిరోజులు అది చికాకు కలిగిస్తుంది. ఒకటి, రెండు వారాలు గడిచిన తర్వాతమాత్రం, అదిఉందని కూడా మీకు అనిపించదు. కంటి అద్దాలు పగిలిపోయి, వాటిని అలాగే వాడుతుండే పక్షంలో, ఆ పగుళ్లు మొదట్లో మాత్రమే చికాకుగా ఉంటాయి. ఈ అలవాటు అనే లక్షణం ఒక్కటే గుడ్డిచుక్కలు గురించిన ఆలోచన లేకుండా చేయడానికి కారణం రెండుకళ్లలో ఇలా కనబడని, గుడ్డిచుక్కలు దృశ్యంలోని రెండు వేరువేరు కేంద్రాలుగా ఉంటాయని కూడా గుర్తుంచుకోవాలి. కాబట్టి ఒక కంటికి కనబడని భాగం మరొక కంటికి కనిపించి దృశ్యాన్ని పూర్తిచేస్తుంది.

ఈ గుడ్డిచుక్కను పెద్దగా పట్టించుకోనవసరం లేనిదని మాత్రం అనుకోకండి. సహజంగా ఎప్పుడయినా, ఒక కన్నుమూసుకునిచూస్తే, – ఉదాహరణకు ఒక ఇంటిని పదిమీటర్లదూరంనుండి మీరు అలా చూచారనుకోండి– గుడ్డిచుక్క పుణ్యమా అని ఆ ఇంటిలో మీకు ఒక మీటరుమేర స్థలం, ఇంచుమించు ఒక కిటికీ కనిపించదు. దృష్టిని మీరు ఆకాశంవేపు మరల్చితే, అక్కడ మీకు కనబడని (గుడ్డిచుక్క) భాగంలో 120 చంద్రబింబాలను అమర్చవచ్చు.

చంద్రుడు ఎంత పెద్దగా ఉన్నాడు?

చంద్రుడు కనబడే తీరునుగురించి నాలుగుమాటలు. మీ మిత్రులను చంద్రుడు వారికి ఎంతపెద్దగా కనిపిస్తున్నాడని అడగండి. ఒక్కొక్కరు ఒక్కొక్క రకంగా జవాబు చెపుతారు. చాలామంది చంద్రుడు ఒక పళ్లెమంత ఉన్నాడంటారు.కొందరికది మూకుడంత మాత్రమే అనిపిస్తుంది. మరికొందరికది ఆపిల్ పండంత, చివరకు రేగుపండంత కూడా కనిపించవచ్చు. ఒక అబ్బాయి, చంద్రబింబం, పెద్ద గుండ్రని డైనింగ్ టేబుల్ అంతుందనడం, నేనెరుగుదును. ఒక రచయిత, చంద్రుడు అటునుంచి ఇటు గజం వెడల్పు ఉంటాడని రాసుకున్నాడు.

ఒకే వస్తువు ఆకారం విషయంలో ఇన్నిరకాల అభిప్రాయాలు ఎలా కలుగుతాయి. మనకు తెలియకుండానే, దూరాన్ని ఉజ్జాయింపు చేయడంలో మనం చేసే హెచ్చుతగ్గులే ఇందుకు కారణం. చంద్రబింబం కేవలం ఆపిల్ పండంతే ఉందనుకునే వ్యక్తి దాన్ని చాలా దగ్గరగా ఉన్నట్లు ఊహించుకుంటాడు. పెద్ద ఆకారాల్లో ఊహించినవారు దాన్ని మరింత దూరాలలో ఊహించుకుంటారు.



చిత్రం 125. దృక్కోణం అంటే ఏమిటి?

కొంతమంది చంద్రుడిని ఒక పళ్లెమంత ఊహించుకుంటారనుకున్నాం. దీనిమీద ఒక లెక్కుంది. ఆలెక్కచేసే పద్ధతి గురించి తర్వాత చూద్దాంగాని, మొత్తానికి ఆ దూరం గురించి లెక్కవేస్తే, చంద్రుడు మనకు కేవలం 30 మీటర్ల దూరంలో ఉన్నాడని తేలుతుంది. అంటే మనకు తెలియకుండానే ఆకాశంలో చంద్రుడిని ఇంత దగ్గరగా ఊహించుకుంటామన్నమాట!

కంటికి భ్రమలుగా కనిపించే చాలావిషయాలలో దూరాన్ని సరిగ్గా లెక్కవేయక పోవడం వల్లనే భ్రమ కలుగుతుంది. నాకు చిన్నప్పుడు కలిగిన అనుభవం ఒకటి బాగా గుర్తుంది. నా జీవితంలో మొదటిసారిగా ఒకసారినేను పట్నం వదిలి, వేరేచోటికి వెళ్లాను. అక్కడ మైదానంలో మేస్తున్న ఆవుల మందను చూచాను. అవినాకు చాలా పొట్టివిగా కనిపించాయి. అంటే దూరాన్ని నేను తప్పుడుగా అంచనా వేసుకున్నానన్నమాట! అంత చిన్న ఆవులను నేను అంతకుముందు చూడలేదు. ఇక ముందుకూడా చూడను! ఇటువంటి దృష్టి సంబంధ అపోహలకు పెద్దవారు కూడా గురవుతారు. 19వ శతాబ్ది రష్యన్ రచయిత గ్రిగోరొవిచ్ తను రాసిన ఒక కథలో ఇలా వ్రాశాడు. పల్లె ప్రాంతమంతా అరచేతిలో ఇమిడేంత అనిపించింది. చెట్లు వంతెనకు కట్టినట్లున్నాయి. ఇక గుడిసే, కొండ, బిర్చ్‌చెట్లతోపు ఊరి పక్కనే పెట్టినట్లు కనిపించాయి. ఇల్లు, పళ్లతోట, ఊరు అన్నీ ఆటబొమ్మలాగా అనిపించాయి. చెట్లు, కాడలలాగ, నది, అద్దంమీద గీతలాగఉంది."

ఖగోళశాస్త్రవేత్తలు, అంతరిక్షంలోని వస్తువుల పరిమాణాలను, అవి కనిపించే కోణాలను బట్టి నిర్ణయిస్తారు. వస్తువుయొక్క రెండుచివరలనుండి గీసిన రేఖలు, కంటిని చేరేచోట ఏర్పడే కోణమే, 'దృష్టికోణం' (చిత్రం 125) కోణాలను డిగ్రీలు, మినిట్లు, సెకండ్లలో కొలుస్తారని మీకు తెలుసు. చంద్రుడెంత పెద్దగా ఉన్నాడని ఖగోళ పరిశోధకుడిని అడిగితే, పళ్లెమంత, ఆపిల్ అంత అని చెప్పాడు. "అరడుగే" ఉందంటాడు. అంటే చంద్రబింబం రెండు అంచులనుండి కంటిదాకా గీచినరేఖలు, 'అరడిగ్రీ కోణంతో కలుస్తాయని అర్థం. కనబడే కొలతలను చెప్పడానికి ఇదొక్కటే సరయినపద్ధతి. ఇందులో తేడాలేమీరావు.

ఒక వస్తువును, మన కంటినుంచి, దాని వ్యాసానికి 57 రెట్ల దూరంలోపెడితే దృష్టికోణం ఒక డిగ్రీ ఉంటుందని రేఖాగణితం చెపుతుంది. ఉదాహరణకు అయిదు సెంటిమీటర్ల వ్యాసంగల ఒక ఆపిల్‌ను 5×57 సెంటీమీటర్ల దూరంలో ఉంచితే, అది 1° కోణంలో కనబడుతుంది. అంతకంటే రెండంతల దూరంలో పెడితే కోణం అరడిగ్రీ అవుతుంది. అక్కడది మనకు చంద్రుడు ఆపిల్‌లాగా కనబడినట్లవుతుంది. అయితే మధ్యదూరం 570 సెం.మీ. ఉండాలి. చంద్రుడు పళ్లెమంత కనిపించాలంటే, దూరం 30 మీటర్లుంటేచాలు. చంద్రుడు అంత చిన్నగా కనిపిస్తాడంటే చాలామంది నమ్మరు. ఒక రూపాయబిళ్లను, దాని వ్యాసానికి 114 రెట్లదూరంలో ఉంచండి. అది మననుంచి రెండు మీటర్లే ఉన్నా, దూరంలో ఉండే చంద్రుడిని కప్పివేయగలుగుతుంది.

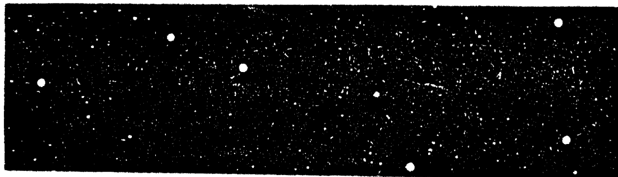
చంద్రుడు కనిపించేంత మేర, ఒకవృత్తాన్ని కాగితంమీద గీయమంటే అపని

సాధ్యంకాదనిపిస్తుంది. వృత్తం కంటినుంచి ఎంతదూరం ఉండాలి? మామూలుగా చదివేటప్పుడు వ్రాసేందుకు పుస్తకాన్ని ఎంతదూరంలో పెడతామో, అంతేదూరం అనుకుందాం. ఈదూరం మామూలు కంటికి 25 సెంటిమీటర్లు ఇక అప్పుడు ఈ పేజీ మీద ఎంత వృత్తం గీస్తే అది చంద్రుడు కనబడే సైజుకు సమానంగా వుంటుంది. చేయవలసిందల్లా ఒక్కటే. 25 సెం.మీ.లను 114 తో భాగించడమే. అప్పుడు గీసిన వృత్తం కేవలం 2 మీ.మీలుంటుంది. పుస్తకాల్లో ఉండే సున్నాలు ఇంచుమించు అంతే ఉంటాయి. చూడడానికి ఒకంతే కనబడే సూర్యచంద్ర బింబాలు, ఇంత చిన్నకోణంలో, ఇంత చిన్నగా కనబడతాయంటే నమ్మాలనిపించదు.

సూర్యుడికేసి కొంచెంసేపు చూచిన తర్వాత, రంగులన్నీ కలగలసినట్లు కనిపించడం మీరు గమనించి ఉంటారు. ఈరకమయిన రంగుల కోణంకూడా సూర్యుని దృష్టికోణానికి సమంగానే ఉంటుంది. కానీ వాటి పరిమాణం మాత్రం మారినట్లనిపిస్తుంది. ఆకాశంలోకి చూస్తే సూర్యునికి సమానంగా కనిపించిన వాటి పరిణామం, క్రిందకు చూస్తే పుస్తకంలో సున్నాకు సమానం అవుతుంది. మనంవేసిన లెక్కను ఈ తేడా, నిరూపిస్తుంది.

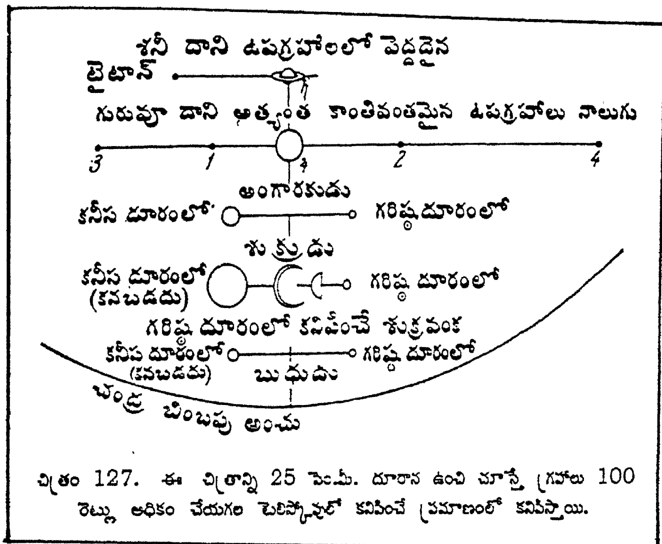
అంతరిక్ష వస్తువులు కనబడే పరిమాణాలు

నక్షత్రాల మధ్యగల కోణీయదూరాల ఆధారంగా, సప్తర్షి మండలంయొక్క చిత్రాన్ని ఘనంగీస్తే చిత్రం 126 లో లాగ ఉంటుంది. ఆ చిత్రాన్ని సరయిన దూరం నుండి చూస్తే, నక్షత్రాలు ఆకాశంలో కనబడినట్లే ఉంటాయి. అంటే- ఈ చిత్రం నక్షత్రాల మధ్యదూరాలను సరిగా సూచించే మ్యాపువంటిదన్నమాట. సప్తర్షి మండలం కనిపించేతీరు మీకు బాగా గుర్తుంటే, ఈ చిత్రం, అవిధమయిన ఆకారాన్నే కాక, సరయిన మధ్యదూరాలను కూడా చూపుతుందని, తెలుస్తుంది. ఆకాశంలోని నక్షత్రాలమధ్యన గల దూరాలను 'దృష్టికోణం' పద్ధతితో తెలుసుకుని, (ఈ కొలతలు ఖగోళశాస్త్ర కాలెండర్లలో, దొరుకుతాయి) నక్షత్రాల అట్లాసు తయారుచేయవచ్చు. ఇందుకోసం మిల్లీమీటరు ప్రకారం గీతలుగీసిన గ్రాపు కాగితం వాడితే సులభం. అందులో ప్రతి 4.5 మి. మీలను ఒక డిగ్రీగా గుర్తించాలి. నక్షత్రాల కాంతిని బట్టి వాటిని సూచించే వృత్తాల పరిధిని సూచించాలి.



చిత్రం 126. కోణపు కొలతలు యథాతథంగా చిత్రించిన సప్తఋషి మండలం. ఈ బొమ్మను కంటికి 25సెం.మీ దూరంలో ఉంచి చూడాలి.

ఇప్పుడిక గ్రహాలసంగతి చూద్దాం. నక్షత్రాలలాగే, గ్రహాలుకూడా చాలా చిన్నవిగా సూదిమొనంత చుక్కలుగా కనబడతాయి. మామూలు కంటికి, ఒక్క శుక్రగ్రహంతప్ప మరేదీ, ఒక డిగ్రీకన్నా ఎక్కువ పరిమాణంలో కనిపించవుగాబట్టి ఇందులో వింతలేదు. ఒక డిగ్రీకి తక్కువగా ఉండే వస్తువుల నిజమయిన పరిమాణాల్లో భేదాన్ని మనం చూడలేము. అందుకే దీన్ని సందిగ్ధ విలువగా గుర్తించారు. అంతకు తక్కువ విలువగల అన్ని వస్తువులు చుక్కలాగే కనబడతాయి.



చిత్రం 127. ఈ చిత్రాన్ని 25 సెం.మీ. దూరాన ఉంచి చూస్తే గ్రహాలు 100 రెట్లు అధికం చేయగల టెలిస్కోపులో కనిపించే ప్రమాణంలో కనిపిస్తాయి.

వివిధగ్రహాలు కనబడే పరిమాణాలు ఇక్కడ కోణీయసెకండ్లలో పట్టికగా చూపబడ్డాయి. ఇందులోని రెండు అంకెలు, గ్రహం భూమికి అతి సమీపంగాను, అతి దూరంగానూ ఉన్నప్పుడు కనిపించే పరిమాణాలను సూచిస్తాయి.

గ్రహం	సెకండ్లు
బుధ	13–5
శుక్ర	64 – 10
అంగారక	25 – 3.5
గురు	50 – 31
శని	20 – 15
శనివలయాలు	48 – 35

ఈ కొలతలు వాటి పూర్తిపరిమాణాల్లో ఇవ్వడం అసాధ్యం కోణీయ నిమిషం 60 డిగ్రీలకు సమానం. అదే దృష్టికి అనువయిన దూరం (25 సెం.మీ.)ల వద్ద

0.04 మి.మీలకు సమానం. అంటే మామూలు కంటికది చాలా చిన్న నిడివి. ఇక అందులోని సెకండ్లను చూడగలగడం అసాధ్యమే అవుతుంది. అందుకే గ్రహాలను, 100 రెట్లు పెంచి చూపగల టెలిస్కోపులోనుండి, కనబడే విధంలో చూపుతాము. చిత్రం 127 లో ఆ రకంగా పరిమాణాలు పెంచిన గ్రహాలు వివరాలు చూడవచ్చు. కింద ఉండే చాపం, సూర్యుడు లేదా చంద్రబింబాల అంచును 100 రెట్లు పెంచితే కనబడే అంచు. దానిమీద నున్నది. భూమికి చేరువగా నున్నప్పుడు కనబడే బుధ గ్రహం. దానిపైనివి శుక్రగ్రహం యొక్క వివిధ దశలు. ఆ గ్రహం సరిగ్గా భూమికి ఎదురుగా నున్నప్పుడు, దానిలోని కాంతివంతమయిన భాగం, అటుపక్కగా ఉంటుంది. అందుకే అది కనబడదు. ఇటువంటి సందర్భంలో, ఎప్పుడో ఒకసారి సూర్యబింబం మీద ఒక నల్లని చక్రంగా ప్రతిఫలించి ఇది 'శుక్రప్రయాణం' అని పిలువబడుతుంది. ఆ తరువాతి నెలవంకను పోలిన దాని ఆకారం. గ్రహాలన్నింటిలోకి పెద్దదిగా కనబడే ఇటువంటి ఆకారం ఇదే. ఆ తరువాత ఈ గ్రహం కనబడే పరిమాణం రానురాను తగ్గుతూ పోతుంది. అప్పుడు నెలవంక ఆకారంతో పోలిస్తే దాని వ్యాసం అరవ వంతవుతుంది.

శుక్ర గ్రహంమీద కనబడేది అంగారక గ్రహం. ఇందులో చేరువ, దూ . ండు పరిమాణాలు చూపబడ్డాయి. అందులో ఎడమవేపు బింబంకూడా 100 ట్లు పెంచే టెలిస్కోపులో కనబడే పరిమాణమని గుర్తుంచుకోవాలి. అటువంటి చిన్న బింబం మీద వివరాలేమయినా తెలుస్తాయంటారా? దాన్ని 10 రెట్లు మరింత పెంచి ఊహించండి. అప్పుడది ఖగోళపరిశోధకులకు వెయ్యిరెట్లుపెంచే దూరదర్శినిలో కనబడే తీరవుతుంది. అంత చిన్న ఆకారంమీద నీటి కాలువల గురించి, సముద్రంలో ఉన్నాయంటున్న చెట్లగురించి తెలుసుకోవడం సాధ్యమా? అందుకే పరిశోధకులు ఒకరి పరిశీలనలను మరొకరు కాదంటారు. ఒకరు చూచిందాన్ని మరొకరు కేవలం దృష్టిలో ఏర్పడిన భ్రమగా కొట్టిపారేస్తారు.

అన్నింటికన్నా పెద్దదయిన గురు గ్రహం, దాని ఉపగ్రహాలు మన చిత్రంలో కూడా ముఖ్యస్థానాన్నే ఆక్రమించాయి. ఈ గ్రహపు బింబం కూడా మిగతా అన్నింటికన్నా – ఒక శుక్రగ్రహం మినహా, పెద్దది. దాని ముఖ్యమయిన నాలుగు ఉపగ్రహాలు ఒకరేఖ వెంట వ్యాపించి ఉన్నాయి.

చిత్రంలో గురుగ్రహాన్ని భూమికి అతిసమీపంలో ఉన్నప్పుడు కనిపించే తీరులో చూపబడింది. ఇక చివరిది శనిగ్రహం, దాని ఉపగ్రహమయిన టైటన్.

ఇదంతా చదివిన తర్వాత మీకు ఒక విషయం అర్థమయిఉండాలి. కనబడే వస్తువులను మనం ఎంత దగ్గరగా ఊహించుకుంటే, అంత చిన్నవిగా కనబడతాయి. ఇందుకు వ్యతిరేకంగా, ఏదయినా కారణంగా, వాటిని మనం ఎక్కువ దూరంలో ఉన్నట్లు ఊహించితే, అవి చాలా పెద్దవిగా కనబడతాయి. అటువంటి భ్రమను వర్ణించిన ఒక కథను ఇప్పుడు మీకు రుచి చూపిస్తాను. ఎడ్గార్ ఎలాన్ పో రచన ఇది. ఇది కల్పనగా కనిపించవచ్చు. కానీ కల్పనకాదు! నేను కూడా ఇటువంటి భ్రమలకు లోనయ్యాను. మీకుకూడా ఈ రకమయిన అనుభవాలు ఉండి ఉంటాయి.

స్ఫింక్స్ (రచన ఎడ్గార్ ఎలాన్ పో)

(కథలో కొంతభాగం మాత్రం తొలగింపబడింది.)

న్యూయార్కులో కలరా బాగా చెలరేగి ఉన్న సమయమది. బంధువొకతను నగరానికి దూరంగా తన కాటేజిలో రెండువారాలు గడపమని పిలిస్తే అంగీకరించాను. నగరంనుండి ప్రతి ఉదయం వచ్చేసమాచారం తప్పితే, మా రోజులు చాలా ప్రశాంతంగానే ఉండేవి. పరిచితులెవరో చనిపోయారనే వార్త రాకుండా ఒకరోజు కూడా గడవలేదు. ఊర్లోనుంచి మనిషి వస్తున్నాడంటేనే దడ పుట్టేది. అక్కడినుండి వీచే గాలిలోనే మృత్యువు నిండి ఉన్నట్లు అనిపించేది. ఆ అలోచనలతో నా మనసు సగం వికలమయింది. అయితే నాతోనున్న పెద్దమనిషి మాత్రం అంతగా కదిలిపోయేరకం కాదు. ఆయనకు దుఃఖం కలగలేదని కాదు. కానీ నాకు మాత్రం ధైర్యం చెప్పగలిగేవాడు.

వెచ్చనయిన ఒకరోజు ముగియవస్తోంది. నేనుచేతిలో ఒక పుస్తకం పట్టుకుని, కిటికీ దగ్గర కుర్చీలో కూచున్నాను. నా కళ్లుమాత్రం నదిగట్లమీదుగా దూరంగా ఉండే కొండమీద కదలాడుతోంది. నా ఆలోచనలు పుస్తకంలో లేవు. నగరంలో జరుగుతున్న బీభత్సం నా మెదడును ఆవహించింది. అదే ఆలోచనల్లో మునిగి



చిత్రం 128. "ఒక వికృత రాక్షసాకారాన్ని చూశాను."

పోయాను. ఒకసారి పుస్తకంలోంచి తలపైకెత్తాను. కొండ అంచులమీద ఒక ఆకారం, భయంకరమయిన రూపంతో ఒక సజీవ ఆకారం, కొండ మీదనుంచి కిందకు కదులుతూ కనబడింది. వేగంగా వచ్చి కింద అడవిలో మాయమయింది. ఆ ప్రాణి ముందుగా కనబడగానే, నాకు నేనే అనుమానపడ్డాను. నాకళ్లను నేనే నమ్మలేకపోయాను. నాకు పిచ్చిపట్టలేదని, కలగనడం అంతకన్నా లేదని నన్ను నచ్చజెప్పుకోవడానికి కొంతకాలం పట్టింది. కానీ నేనా భయంకరప్రాణిని వర్ణిస్తే మాత్రం, — (నేను దాన్ని బాగా చూచాను, వివరాలన్నీ గమనించాను) పాఠకులారా నేను ముందుగా పడ్డదానికంటే, మీరు ఎక్కువ అనుమానంలో పడిపోతారని నా అనుమానం.

పక్కనే ఉండే చెట్లతో పోల్చి, ఆ ప్రాణి శరీరభాగాలు ఆకారాన్ని పరిమాణాలను అంచనావేశాను. మొత్తానికది ఇప్పుడుండే పెద్దపెద్ద ఓడలన్నింటికంటే పెద్దదని తేల్చాను. ఓడ ఎందుకన్నానంటే, ఆ జంతువు ఆకారం ఇంచుమించు అలాగుంది. దాని తొండం అరవై, డెబ్భై అడుగులుంటుంది. దాని చివర నోరుంది. ఆ తొండం ఏనుగు శరీరమంతుంది. ఈ తొండం మొదట్లో బొత్తుగా నల్లని వెంట్రుకలున్నాయి. వాటిల్లోనుంచి రెండువేపులా కిందకు జారినట్లు రెండు దంతాలు లేదా కోరలు. అవి చూడడానికి అడవిపంది కోరల్లాగా ఉన్నాయి. కానీ వాటికన్నా చాలా పెద్దవి. తొండానికి రెండుపక్కలా ముప్ఫయి, నలభయి అడుగుల పొడుగున స్ఫటికంలా తళతళలాడుతూ, ముక్కోణాకారంలో మరేవో భాగాలున్నాయి. అందులో సూర్యకాంతి ప్రతిఫలించడం నేను చూచాను. తొండంకూడా వెడల్పుగా, నేలను వాలి ఉంది. ఈప్రాణి వీపుమీద రెండుజతల పెద్ద పెద్ద రెక్కలున్నాయి. ఒక్కొక్క రెక్క వందగజాల పొడుగుంది. ఒక జత మరోజత మీదకు జోడించినట్లున్నాయి. రెక్కలనిండా పొలుసులు ఒక్కొక్కటి పదిపన్నెండు అడుగులుండేవి పరిచినట్లున్నాయి. ఈ భయంకర ప్రాణిలో అన్నిటికన్నా విచిత్రమయిన విశేషం మరోటిఉంది. దాని ఎదనిండా అపాయచిహ్నంలో ఉండేలాంటి పుర్రెబొమ్మ గీసి ఉంది. నల్లని శరీరంమీద ఆ బొమ్మ తెల్లని రంగులో చిత్రకారుడెవరో గీసినంత చక్కగా ఉంది. నేను భయం, ఆశ్చర్యంతో తలక్రిందులవుతూ, ఆ భయంకర ప్రాణిని, దాని ఎదమీద గుర్తును చూస్తున్నాను. అంతలోనే దాని భయంకరమయిన పెద్ద పెద్ద దవడలు విచ్చుకున్నాయి. వాటిల్లోంచి బిగ్గరగా, ఏడుస్తున్నట్లు హృదయవిదారకంగా ధ్వని రాసాగింది. నాకు ఒంట్లోని నాడులన్నీ కుంగిపోయాయి. ఆ రాక్షసి కొండదిగి అడవిలోకిమాయమవుతుండగా నేను స్పృహతప్పి పడిపోయాను.

తేరుకున్న తర్వాత మొట్టమొదలు నేను చూచిన, విన్న విషయాలను నా మిత్రుడికి ఏకరువు పెట్టాను. అతను చివరకంటా విన్నాడు. ఒకసారి పగలబడినవ్వి, మళ్లీ గంభీరంగా మారాడు. అతడిని చూస్తే నాకు పిచ్చిపట్టిందనడంలో సందేహమేలేనట్లుంది. సరిగ్గా అదేక్షణాన నాకు ఆ భయంకర ప్రాణి మరోసారి ఎదురయ్యింది. కెవ్వున కేక వేస్తూ దానికేసి చూపాను. అతను ఆత్రంగా అటువేపుచూచాడు. తనకేదీకనిపించలేదన్నాడు. అది కొండమీదనుంచి క్రిందకు దిగడం గురించి నేను వివరంగా చెపుతున్నాను.

పట్టలేక కుర్చీలో వెనక్కి వాలిపోయి చేతులతో ముఖం మూసుకున్నాను. కళ్లు తెరిచిచూచేసరికి, ఆ ప్రాణిలేదు.

నాకు ఆతిథ్యం ఇచ్చిన పెద్దాయన నన్ను ఈవిషయంగా తరచి తరచి ఎన్నో ప్రశ్నలు వేశాడు. సంతృప్తికలిగేలా జవాబులిచ్చానేమో, అతను దీర్ఘంగా నిట్టూర్చాడు. తలమీద నుండి బరువేదో పక్కన పెట్టినవాడిలా లేచి, పుస్తకాల షెల్ఫు దగ్గరకుపోయి జంతుశాస్త్రానికి చెందిన ఒక పాఠ్యపుస్తకం ఒకటి తెచ్చాడు. సన్నటి అక్షరాలు సరిగ్గా కనబడతాయంటు, నన్నులేపి తాను కిటికీ దగ్గర కుర్చీలో కూర్చున్నాడు. నేను ఆయన కుర్చీలోకి మారాను పుస్తకం తెరిచి మళ్లీ అంతకుముందులాగే మాట్లాడసాగాడు.

"నువ్వుదానికి సంబంధించిన ప్రతివివరం, అంతబాగా చెప్పి ఉండకపోతే, ఆ రాక్షసి ఏమిటో నీకు చెప్పడం నా వల్లయేదికాదు. పిల్లల పుస్తకంలోని ఈ వివరాలు నన్ను ముందు చదవనియ్యి. కీటకాలు అనే తరగతిలోని, లెపిడాప్టెరా వర్గంలో క్రెపుస్కులేరియా అనే కుటుంబానికి చెందిన స్ఫింక్స్ జాతి వర్ణన ఇది. వివరాలు విను!

"లోహంతో చేసినట్లుండే రంగురంగుల పొలుసులతో కప్పబడి, నాలుగు రెక్కలుంటాయి. దవడలు పొడుగుగా మారడంవల్ల ఏర్పడిన తొండం, చుట్టచుట్టినట్లు ఉంటుంది. దీని 'పక్కనే మాండిబుల్స్ అనే మరొక దవడభాగాలు రెండు పక్కలా ఉంటాయి. వీటి మొదట్లో కేసరాలుంటాయి. క్రిందరెక్కలు పై రెక్కలకు వెంట్రుకలవంటి నిర్మాణాలతో కలపబడిఉంటాయి. పొడుగాటి గదల ఆకారంలో అంటెన్నాలుంటాయి. అవి స్ఫటికాలవలె కోణాకారంలో ఉంటాయి. పొట్టక్రింద భాగానపుర్రె ఆకారంలో రంగువేసినట్లుంటుంది. దీనికారణంగా ఈ కీటకం కొన్ని సందర్భాల్లో భయాలకు కారణమయింది. ఈమృత్యుచిహ్నంతో బాటు, కీటకంచేసే వికృతమయిన ధ్వనికూడా భయంకరంగా ఉంటుంది."

అక్కడికతను పుస్తకం మూసి కుర్చీలో ముందుకు వంగాడు. భయంకరాన్ని నేను చూచిన స్థానంలో ఉన్నాడిప్పుడు ఆయన సరిగ్గా!

"అదుగో!" ఆశ్చర్యంగా అన్నాడాయన" మీ భయంకరప్రాణి కొండ దిగుతున్నది. అది నిజంగా గుర్తించదగినప్రాణి అని నేనుకూడా ఒప్పుకుంటాను. అయితే అది మీరనుకున్నంత పెద్దగాగానీ, అనుకున్నంత దూరంలో గానీ లేదది ఇంతకూ నిజమేమిటంటే, ఈ కిటికీ అవతలవేపు సాలీడు చేసిన తీగలమీద ఆకీటకం పాకుతున్నది. (ఇప్పుడీ సీతాకోకచిలుకను అకిరోన్షియా కుటుంబానికి చెందినదిగా విభజించారు.) ధ్వని నోటితో పుట్టించగల చాలాకొద్ది సీతాకోకచిలుకల్లో ఇదొకటి ఆ అరుపు ఎలుకల కిచకిచలాగా, ఈల వేసినట్లు ఉంటుంది. ఆ శబ్దం తీవ్రంగా , కీచుగా ఉండి కొన్ని మీటర్ల దూరంవరకు వినబడుతుంది. కథలోని సంఘటనలో శబ్దం మరింత పెద్దగా అనిపించి ఉండవచ్చు. ధ్వని దూరంనుండి వచ్చిందనుకోవడమే అందుకు కారణం!

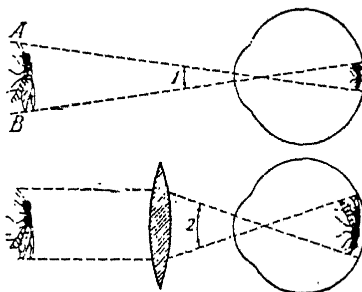
మైక్రోస్కోపులో వస్తువులు పెద్దవిగా ఎందుకు కనబడతాయి ?

"భౌతికశాస్త్ర గ్రంథాలలో వర్ణించినట్లు, అవి కిరణాలను ఒక నిర్ణీత పద్ధతిలో మారుస్తాయి గనుక" అనే జవాబు తరుచు వినిపిస్తుంది. అయితే ఈ కారణం ఎక్కడో మారుమూలది. అసలయిన కారణానికి దీనికి సంబంధంలేదు. మరి టెలిస్కోపులో, మైక్రోస్కోపులో వస్తువులు పెద్దవిగా ఎందుకు కనిపిస్తాయి?

నేనుఈప్రశ్నకు జవాబు చిన్నతనంలో నేర్చుకున్నాను. అయితే బడి పుస్తకాలలో మాత్రంకాదు. నేను ఒక అశ్చర్యకరమయిన , ఆసక్తికరమయిన విషయం చూచాను. మూసిఉన్న కిటికీ ముందు కూచుని నేను రోడ్డు అవతల ఉండే ఇటుక గోడను చూస్తున్నాను. ఒక్కసారి నేను భయంతో వెనక్కుతగ్గాను. గోడమీదనుండి నాకేసి చూస్తే, ఒక పెద్దకన్ను కొన్నిమీటర్ల వెడల్పుది కనబడింది. అప్పటికి నేను ఎడ్గార్ ఎలాన్ పో కథ చదవలేదు. ఆ పెద్దకన్ను నాకంటి యొక్క ప్రతిబింబం మాత్రమే అని నాకు తోచలేదు. ఆ ప్రతిబింబం గోడమీదకు ప్రసరించడానికి నేనే కారణం. నేనది పెద్దదిగా అయినట్లు ఊహించుకున్నాను!

ఏం జరిగిందనేది చివరకు అర్థం చేసుకున్నతర్వాత, ఈ రకంగా కలిగిన భ్రమ ఆధారంగా సూక్ష్మదర్శినిని తయారుచేయడం సాధ్యంకాదా? అని ఆలోచింపసాగాను. ఆ ప్రయత్నాలేవీ ఫలించలేదు. అయితే ఒక విషయం మాత్రం తెలిసింది. సూక్ష్మదర్శినిలో వస్తువులు పెద్దవిగా ఎందుకు కనిపిస్తాయో నాకు అర్థమయ్యింది. అలా కనిపించడం, ఆ వస్తువు పెద్దదయినట్లు కనబడడం వల్ల మాత్రంకాదు. అందుకు కారణం మనం దాన్ని చాలా పెద్ద దృష్టికోణంలో చూడగలగడమే! ఫలితంగా దాని బింబం కంటిలోని రెటినాలో ఎక్కువ ప్రాంతాన్ని ఆక్రమిస్తుంది! ఇది చాలా ముఖ్యంగా గమనించవలసిన విషయం.

చిత్రం 129. రెటీనా మీద పడే బింబాన్ని లెన్సు పెద్దదిగా చేస్తుంది



దృష్టికోణం ప్రాముఖ్యతను వివరించడానికి గాను మన కంటిలోని ఒక ముఖ్యమైన లక్షణాన్ని గమనించాలి. కేవలం ఒక మినట్ కోణంలో చూచిన ఏ వస్తువయినా, అందులోని భాగమయినా మన కంటికి చిన్నచుక్కగా మాత్రమే కనబడుతుంది. అందులోని వివరాలేవీ మనకు కనబడవు. ఒక వస్తువు దూరంగా ఉండడం వల్ల, లేక చిన్నదిగా ఉండడం వల్ల, మనం దాన్ని కేవలం ఒక మినట్ కోణంలో మాత్రమే చూడగలిగినప్పుడు అందులోని వివరాలు కనబడవు ఈ దృష్టి .కోణంలో వస్తువుయొక్క బింబం కంటిలో కేవలం ఒకేఒక దృష్టికోణం మీద పడుతుంది. అందుకే మనకు వివరాలులేని ఒక చుక్క మాత్రమే కనబడుతుంది.

సూక్ష్మదర్శిని, దూరదర్శినిలో చూచే వస్తువునుండి వచ్చే కిరణాల దారి మారుతుంది. అందుకే అవి పెద్ద దృష్టికోణంలో కనబడతాయి. అక్షి పటలం మీద బింబం ఎక్కువ కణాలను ఆక్రమిస్తుంది. అంతకుముందు ఒక చుక్కగా కనిపించిన వస్తువులోని వివరాలు ఇప్పుడు కనబడతాయి. సూక్ష్మదర్శిని వస్తువును వందరెట్లు పెంచి చూపగలుగుతుంది అని ఎవరయినా అంటే, ఆ పరికరం లేకుండా మనం మామూలు కంటితో ఆ వస్తువును చూడగలిగే దృష్టికోణం కన్నా వందరెట్ల దృష్టికోణంతో, పరికరంలోంచి చూడగలుగుతామని అర్థం. ఈ పరికరాలు దృష్టికోణాన్ని పెంచలేకపోతే, అవి వస్తువులను పెద్దవిగా చేసిచూపలేవు. పెద్దవిగా చూస్తున్నాం అని మనం ఎంత అనుకున్నాసరే! ఫలితం ఉండదు! గోడమీద నా కన్ను ఎంతో పెద్దదిగా కనబడింది. అయినా ఆ కంటిలో నాకు, అద్దంలో చూచినప్పుడు కనిపించిన దానికన్నా అదనపు వివరాలేమీ కనిపించలేదు. చంద్రుడు నడి ఆకాశంలో ఉన్నదానికంటే, దిక్చక్రంలో ఆకాశంఅంచున ఉన్నప్పుడు పెద్దగా కనబడతాడు. అయినా నడిఆకాశంలో కనబడిన దానికన్నా ఎక్కువ వివరాలు మాత్రం కనిపించవు.

ఎడ్గార్ ఎలాన్ పో కథలో వర్ణించిన పెద్దదయిన ఆకారాన్ని తీసుకోండి. ఎంత పెద్దదిగా కనిపించినా ఆ ప్రాణిలో ఎక్కువ వివరాలేమీ కనిపించలేదు. దూరంగా ఉన్నాసరే, దగ్గరగా ఉన్నాసరే, సీతాకోకచిలుకను చూచిన దృష్టికోణం మాత్రం మారలేదు. ఈ కోణం మారలేదు. గనుకనే సీతాకోకచిలుక ఎంత పెద్దదిగా కనిపించినా, అదనపు వివరాలు మాత్రం కనిపించలేదు. పో నిజానికి గౌరవమిచ్చేవాడుగనుక ప్రకృతి పట్ల విధేయతను చూపించాడు. కొండమీద కనిపించిన భయంకర ప్రాణిని అతను వర్ణించిన తీరును మీరు గమనించారనే నానమ్మకం. మామూలు కంటితో చూచినపుడు కనిపించిన అంగాల వివరాలకు కొత్తగా ఏమీ జోడింపబడలేదు. రెండువర్ణనలను పోల్చి చూడండి. వాటిని ఊరికే ఏమీ ఇవ్వలేదు. కేవలం వాడిన అతిశయోక్తిలో మాత్రమే తప్ప మీకు భేదం కనిపించదు. పొలుసులు పది అడుగులు ఉన్నాయని ఒకచోట అంటే చిన్నవని మరొకచోట అంటాడు. అలాగే • కోరలు, వెంట్రుకలు వగైరా. అయితే కొత్తభాగాలు మాత్రం రాలేదు.

మైక్రోస్కోపు వస్తువులను పెద్దవిగా చూపడానికి ఇదొకటే పద్ధతయితే, అది పరిశోధకులకు నిరుపయోగమయ్యేది. కేవలం ఒక ఆటబొమ్మకన్నా దాని విలువ

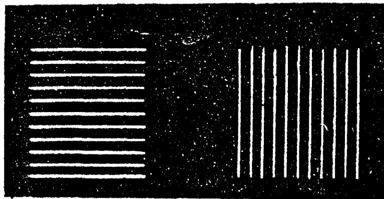
ఎక్కువ ఉండదు. అయితే అది నిజంకాదని మనకు తెలుసు. సూక్ష్మదర్శిని వల్ల ఒక కొత్తప్రపంచం కనబడి, మన ప్రకృతిశాస్త్రపరిశీలన పరిధి పెరిగిందని మనకు తెలుసు.

రాక్షసి సీతాకోకచిలుకలో ఎడ్గార్ ఎలాన్ పో చూడలేని వివరాలను మనం మైక్రోస్కోపులో ఎలా చూడగలుగుతున్నామో మనకు తెలుసు అది కేవలం వస్తువుల యొక్క పెంచిన బింబాన్ని చూపడమే గాదు. దాన్ని మన కంటికి ఎక్కువ దృష్టికోణంతో ముందుంచుతుంది. అందుకే కంటిలో ఆ వస్తువు బింబం పెద్దదిగా ఏర్పడుతుంది. ఎక్కువ దృష్టికణాలను ఆక్రమించడం వల్ల కంటిలో ఎక్కువ దృష్టిముద్రలు అందుతాయి. సూక్ష్మంగా చెప్పాలంటే మైక్రోస్కోపు పెంచేది వస్తువును కాదు; అక్షి పటలంమీద దాని దృష్టిబింబాన్ని మాత్రమే.

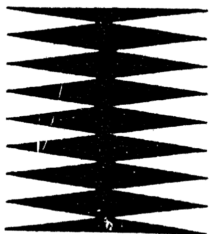
దృష్టిలో భ్రమలు

దృష్టిభ్రమలు, వినికిడి భ్రమలు అనే మాటలను మనం తరుచుగా వాడుతుంటాం. అయితే జ్ఞానేంద్రియాలను మోసగించడం వీలుకానిపని. అందుకే తాత్వికుడు కాంట్ ఒకచోట, "ఇంద్రియశక్తులు మనలను మోసగించవు. అవి ఎప్పటికీ తమనిర్ణయం సరిగ్గా చేస్తాయనికాదు; అవి ఏ నిర్ణయమూ చేయవు గనకనే!" అంటాడు.

అయితే మనలను మోసగించేదేమిటి? ఏదయితే నిర్ణయాలు చేస్తుందో అదే. అంటే మన మెదడు! దృష్టిభ్రమల్లో చాలామటుకు, మనం 'చూచే' విషయాలలోంచి కాక చూస్తున్నామని 'అనుకుంటున్న' విషయాల్లోంచి పుడతాయి. అప్రయత్నంగా



చిత్రం 130. ఏది ఎక్కువ వెడల్పు కుడి పక్క బొమ్మా ఎడమ పక్క బొమ్మా?



చిత్రం 131.
ఏది హెచ్చు ఎత్తా వెడల్పా?

మనల్ని మనం మోసం చేసుకుంటాం. మనం చూస్తున్నామని వింటున్నామని అంతశ్చేదనలో అనుకోవడం వల్లనే భ్రమలు. జ్ఞానేంద్రియాలు చూచేవాటివల్ల, వినేవాటివల్ల కానేకాదు!

సుమారు రెండువేల సంవత్సరాల క్రితం లుస్రేటియస్ ఇలా వ్రాశాడు:

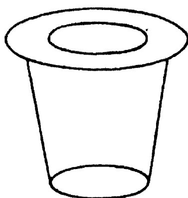
"మన కళ్లు వస్తువుల స్వభావస్వరూపాలను గుర్తించలేవు. వాటిమీద మెదడు చేసే తప్పుడు ఆలోచనలను రుద్దకండి."

బాగా తెలిసిన దృష్టిభ్రమలను తీసుకుందాం. చిత్రం 130లో ఎడమపక్క గల గీతలు కుడిపక్క వాటికంటే ఎత్తుగా ఉన్నట్లనిపిస్తాయి. అయితే రెండూ ఒకంతే చదరంలో గీయబడి ఉన్నాయి. చిత్రపు ఎత్తును అంచనా వేయడంలో, ఎడమ చిత్రంలోని గీతల మధ్యగల ఖాళీలను మనం పెంచి చూస్తాము. ఇది అంతశ్చేతనలో మన ప్రమేయం లేకుండా జరుగుతుంది. అందుకే ఆ గీతలు ఎత్తు ఎక్కువగా ఉన్నట్లు కనబడతాయి. నిజానికి రెంటి ఎత్తు ఒకంతే ఉంది. సరిగ్గా ఇదే కారణంవల్ల కుడి చిత్రం ఎత్తుకన్నా వెడల్పు ఎక్కువగా ఉన్నట్లు కనబడుతుంది. మళ్లీ అదే కారణంగా చిత్రం 131లో వెడల్పుకన్నా ఎత్తు ఎక్కువగా కనిపిస్తుంది.

దుస్తుల విషయంలో ఉపకరించే భ్రమలు

పైన వర్ణించిన భ్రమలను, ఒకేసారి మొత్తంగా చూడలేని పెద్ద వస్తువులకు అన్వయించి చూడదలుచుకుంటే, మన ఊహలు తప్పవుతాయి. పొట్టిగా, లావుగా ఉండేవ్యక్తి అడ్డ గీతలుగల బట్టలు వేసుకుంటే మరింత లావుగా కనబడతాడని మీకు తెలుసు. అలా కాక గీతలు నిలువుగా ఉండే దుస్తులు వేసుకుంటే, లావు పాటివారు కొంచెం సన్నబడినట్లు కనిపిస్తారు.

చిత్రం 132. ఏ దీర్ఘవృత్తం పెద్దది? దిగువదా? ఎగువ లోపలగా ఉన్నదా?

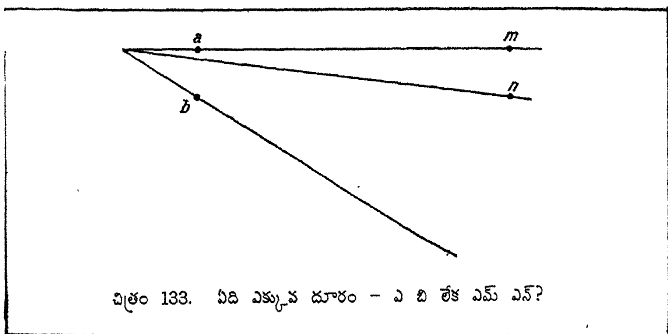


ఎందుకీ భేదం? కంటిని కదిలించకుండా మొత్తం సూటును ఒకేసారి మనం చూడలేము. మనకు తెలియకుండానే మన కళ్లు గీతల వెంట కదులుతాయి. కంటి కండరాలకు శ్రమ ఏర్పడడం ద్వారా, గీతల ధూరం, పొడుగు ఎక్కువనిపిస్తుంది. కంటిని ఇంతగా శ్రమపెట్టి కదిలించి చూడడమంటే ఆ వస్తువులు ఒకసారి చూడలేనంత పెద్దవని గదా? మెదడుకు అర్థం! అలాకాక గీతలుండే చిత్రం చాలా

చిన్నదయితే, కళ్లు కదలవు, దాని కండరాలు శ్రమపడవు.

ఏది పెద్దది

చిత్రం 132 లోని దీర్ఘవృత్తాలలో ఏది పెద్దది? అడుగున ఉన్నదా లేక పైన లోపల ఉన్నదా? నిజానికి పై దానికన్నా కిందది పెద్దదిగా కనబడుతుంది కదూ? అవి రెండూ ఒకంతే ఉన్నాయి. పైనుండే భాగంలో లోపలి గీతచుట్టూ మరొక గీత ఉండడం వల్ల, అది కిందదానికన్నా చిన్నదని అనిపిస్తుంది. పైగా మొత్తం చిత్రం చదునుగా కాక లోతుకూడా ఉండి, మూడు కొలతలలో ఉన్నట్లు కనిపించే సరికి ఈ భావం మరింత పెరుగుతుంది. ఈ బొమ్మ ఒక బకెట్ లాగ ఉంది. ఇందులో ఉండేవి దీర్ఘ వృత్తాలు లేదా సాగదీసిన వృత్తాలు. అయితే వాటిని మనం అప్రయత్నంగా మెదడులోనే వృత్తాలుగా గీసుకుని, పక్కన ఉండే నిలువు గీతలను బకెట్ యొక్క అంచులుగా ఊహించుకుంటాం.



చిత్రం 133. ఏది ఎక్కువ దూరం – ఎ బి లేక ఎమ్ ఎన్?

చిత్రం 133 లో a, bలనే స్థానాల మధ్య దూరం m, nల మధ్యదూరం కంటే ఎక్కువగా అనిపిస్తుంది. అదే స్థానంనుండి మరొక సరళరేఖ కూడా బయలుదేరి ఉండడంవల్ల భ్రమ పెరుగుతుంది.

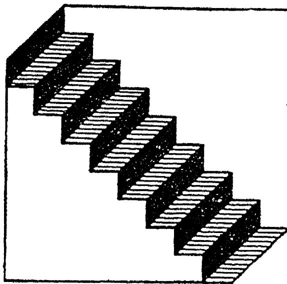
ఊహా శక్తి

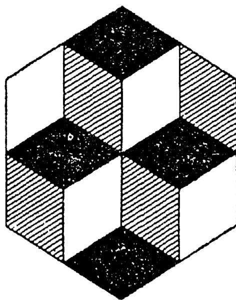
మనం ఇంతకు ముందే అనుకున్నట్లు, దృష్టి భ్రమలలో చాలా మటుకు, మనం చూచే విషయాల మీదగాక, మన ఊహల మీద, "చూస్తున్నామనుకుంటున్న" వాటి మీద ఆధారపడతాయి. "మనం చేసేది మన కళ్లతో కానే కాదు మెదడుతో!" అంటారు. శరీరధర్మశాస్త్ర వేత్తలు, మరికొన్ని భ్రమలను గమనించిన తర్వాత మీరు కూడా ఈ విషయాలను అంగీకరిస్తారు. వీటన్నింటిలో దృష్టివిషయంలో ఊహలు కూడా ముఖ్య పాత్ర వహిస్తాయి.

చిత్రం 134 చూడండి అదేమిటని మీ మిత్రులను అడిగితే మూడు రకాల

జవాబులు వస్తాయి. ఒకరు దాన్ని మెట్లుగా గుర్తిస్తారు. మరొకరు గోడలోని ఒక మూల అంటారు. ఇక మూడవ వారు దగ్గరగా మడతలు మడచి తిరిగి, సాగదీసిన కాగితం మరో చదరం మీద ఉందంటారు.

చిత్రం 134. ఇదేమిటి? మెట్లా, గూడా, మడతల కాగితమా?

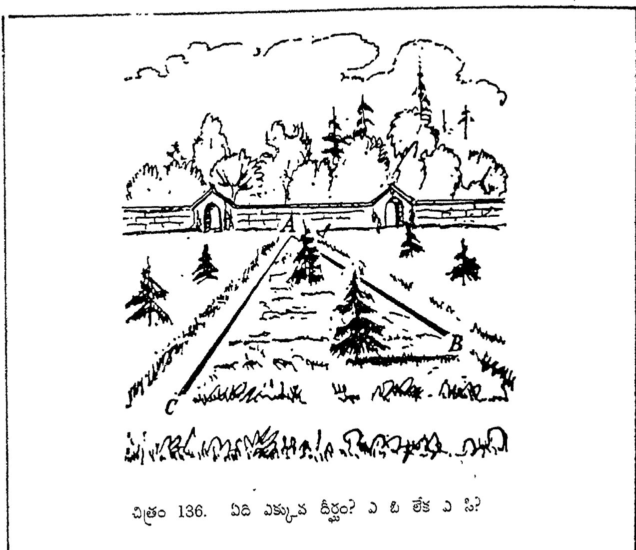




చిత్రం 135.

దిమ్మలు ఎలా అమర్చివున్నాయి? రెండు దిమ్మలు పక్క పక్కనే కనిపించేది పైనా? కిందా?

విచిత్రమేమిటంటే ఈ మూడు జవాబులు సరయినవే. మీరు వేరువేరుగా చూడగలిగితే మీకు కూడా చిత్రంలో మూడు రకాలుగా కనిపిస్తుంది. మొదట చిత్రంలోని ఎడమ సగాన్ని మాత్రమే చూడండి. మెట్లు కనబడతాయి. అప్పుడు దృష్టిని చిత్రంలో నుండి ఎడమకు నెమ్మదిగా కదిలించండి. అప్పుడు బొమ్మ తలకిందులయి గోడలో పైనుండే అంచెలంచెల మూల కనబడుతుంది. ఇది చివరకు బొమ్మలో చూపును ఏటవాలుగా, క్రింది కుడి మూలనుండి పై ఎడమ మూలదాకా కదిలిస్తే, అది మడతలు పెట్టిన కాగితంలాగ కనిపిస్తుంది. ఇంకొక విషయం. మీరు అదే పనిగా బొమ్మను చూస్తూ ఉంటే, మీ ధ్యానం తప్పిపోయి, మూడు బొమ్మలు



చిత్రం 136. ఏది ఎక్కువ దీర్ఘం? ఎ బి లేక ఎ సి?

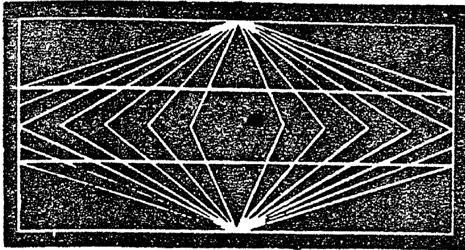
ఒక దాని వెంట మరొకటి కనబడతాయి. మీరు నిజంగా చూడాలనుకున్నది నిలవదు. చిత్రం 135 లో భ్రమ కూడా ఇలాంటిదే.

ఇక 136వ చిత్రంలోని భ్రమ మరింత విచిత్రమయినది. A B మధ్యదూరం, A C ల మధ్యదూరం కన్నా తక్కువని, మనం అనుకోకుండానే ఒక భావం ఏర్పరచుకుంటాం. నిజానికి ఆ రెండూ ఒకే నిడివి గలవి.

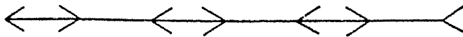
మరికొన్ని దృష్టిభ్రమలు

దృష్టిభ్రమలన్నింటికీ వివరణలు ఇవ్వడం మన వల్లకాదు. మన మెదడు అనుకోకుండానే ఏ నిర్ణయాలు తీసుకుంటుందో, తరుచుగా మనం ఊహించలేక పోతాం.

చిత్రం 137 లో వేరు వేరుగా రెండు చాపాలున్నాయి. వాటిలోని ఉబ్బెత్తు భాగాలు ఒక దానికొకటి ఎదురెదురుగా ఉన్నాయి. ఈ చాపాల వెంట ఒక రూలర్‌ను కదిలించిగాని, బొమ్మను కంటి కెదురుగా నిలువుగా పెట్టి చూచినాగానీ, ఆ చాపాలు, సరళరేఖలుగా కనబడతాయి. మీరు నమ్మలేక పోతారు. ఈ భ్రమ ఎందుకు కదిలిందంటే, జవాబు చెప్పడం కష్టం.



చిత్రం 137. మధ్యలో అడ్డంగా వున్నవి రెండు సమాంతర రేఖలు, కాని చూడడానికి వంకర గీతల లాగాను, నడిమధ్యలో వాటి మధ్య ఎడం తక్కువగా ఉన్నట్టూ కనబడతాయి. యీ భ్రమ తొలగాలంటే (1) బొమ్మను కంటికి సమంగా ఎత్తిపట్టుకుని రేఖల వెంబడే చూడండి లేదా (2) పెన్సిలు ముక్కు బొమ్మ పైన ఎక్కడైన ఉంచి దృష్టికేంద్రీకరించండి.



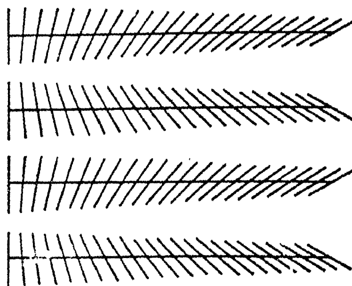
చిత్రం. 138. యీ గీత ఆరు సమభాగాలుగా విభజన అయి ఉన్నదా?

138 వ చిత్రంలోని సరళరేఖలో భాగాలు నిడివి వేరువేరుగా ఉన్నట్లనిపిస్తుంది. కొలిచి చూడండి అన్ని భాగాలు ఒకంతే ఉన్నాయని తెలుస్తుంది.

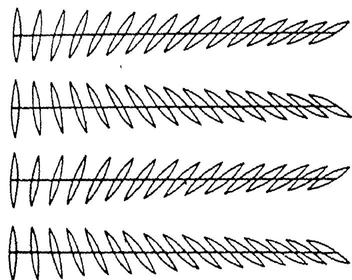
చిత్రం 139, 140 లలో ఉండే చక్కని సమాంతర రేఖలు వంగినట్లు కనబడతాయి. చిత్రం 141లోని వృత్తం, అండాకారంగా కనబడుతుంది. ఈ చిత్రాలను విద్యుత్తు స్పార్కు యొక్క మెరుపులో చూస్తే భ్రమలకు చోటుండదు. అంటే భ్రమలకు కంటి కదలికలకు నేరుగా సంబంధం ఉందని తెలుస్తుంది. మెరుపులో ఆ కదలిక చాలా తక్కువ గనుక భ్రమకు అవకాశం ఉండదు.

'పైప్' అని పిలువబడే, మరొక ఆసక్తికరమయిన భ్రమచిత్రం ఇది. చిత్రం 142 చూడండి. ఇందులో ఏ గీతలు పొడుగయినవి. కుడివైపువా? లేక ఎడమవా? రెండింటిలోనూ గీతల నిడివి ఒకంతే ఉన్నప్పటికీ కుడిబొమ్మలో గీతలు పొడుగనిపిస్తాయి.

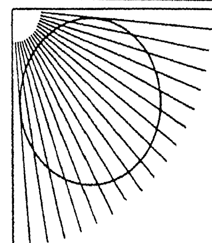
(గొట్టంలోని ఏ రెండు భాగాల వైశాల్యమయినా ఒకంతే ఉంటుందనే సిద్ధాంతాన్ని రేఖాగణితంలో కవేలియరి సిద్ధాంతం అంటారు. ఈ చిత్రం ఆ సిద్ధాంతాన్ని నిరూపిస్తుంది.) ఈ భ్రమకు రకరకాల వివరణలు వచ్చాయి. అందులో ఏదీ అంత



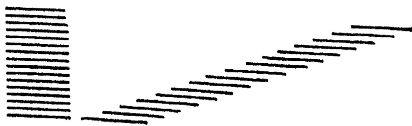
చిత్రం 139. యీ చిత్రంలోని సమాంతర రేఖలు సమాంతరంగా కనబడవు



చిత్రం 140. ముందు చెప్పిన భ్రమ లాటిదే.



చిత్రం 141. ఇది వృత్తమేనా?



చిత్రం 142. "పైన్" భ్రమ ఎడమ పక్క గీతలకంటె కుడి పక్కని చిన్నవనిపిస్తాయి. కాని వాస్తవంగా సమానమే

సంతృప్తికరంగా లేదు. అందుకే ఇక్కడ వాటి గురించిన ప్రస్తావన తేవడం లేదు. అయితే ఒక విషయం మాత్రం వాస్తవం. ఈ భ్రమలన్నీ మెదడులోని అంతశ్చేతన నుండి పుడతాయి. అది మనం నిజంగా చూడవలసిన వాటిని చూడనీయదు.

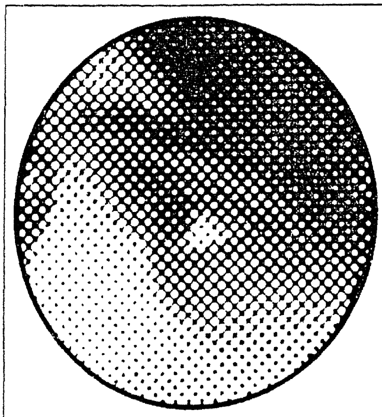
ఇదేమిటి?

చిత్రం 143 లో ఉండేదేమిటో ఒక్క సారిగా మీరు గుర్తించలేరనే నా అనుమానం. అదేదో గుండ్రని తీగవల అని మీరు పక్కకు పెట్టవచ్చు. అయితే పుస్తకాన్ని బల్ల మీద నిలువుగా నిలబెట్టండి. మూడు నాలుగు అడుగులు వెనకకు తగ్గి అప్పుడు చూడండి. చిత్రంలో మీకు మనిషి కన్ను ఒకటి కనబడుతుంది. వెంటనే దగ్గరకు కదిలి చూడండి.

మళ్లీ తీగవల మాత్రమే కనిపిస్తుంది. గొప్ప తెలివిగల వాడెవరో ఈ బొమ్మను తయారుచేశాడనిపిస్తుంది. అయితే హాఫ్‌టోన్ రిడక్షన్ అనే పద్ధతి ద్వారా అచ్చువేసిన బొమ్మలను చూచినప్పుడల్లా మనం ఇటువంటి భ్రమలకు లోనవుతూనే ఉంటాము. పుస్తకాలు, పత్రికల్లో అచ్చువేసిన చిత్రాలన్నింటిని చూచినపుడు, అచ్చు చిక్కగా ఉన్నట్లే కనబడుతుంది. వాటిని భూతద్దంలోంచి చూస్తే మాత్రం చిత్రం 143 లోని పద్ధతిలో కనబడతాయి. ఈ బొమ్మ కూడా ఒక మామూలు పుస్తకంలోంచి తీసినదే. అయితే దాన్ని పదిరెట్లు పెంచి చూపారు. చుక్కలు సన్నవిగా ఉంటే అవన్నీ కలగలిసినట్లు కనిపించి, రంగు చిక్కగా ఉన్న భావం కలుగుతుంది. మనం సాధారణంగా పుస్తకాన్ని పెట్టి చదివే దూరంలో బొమ్మ మామూలుగా ఉంటుంది. చుక్కలు పెద్దవిగా ఉన్నప్పుడు అవి కలిసిపోయినట్లు కనిపించాలంటే మామూలు దూరం చాలదు. ఎక్కువ దూరం నుంచి చూస్తేనే చిత్రం మామూలుగా కనిపిస్తుంది. దృష్టికోణం గురించి చెప్పిన విషయాలు గుర్తుకు తెచ్చుకుంటే, ఇలా ఎందుకు జరుగుతుందనేది మీకే అర్థం అవుతుంది.

అసాధారణమయిన చక్రాలు

మీరు తడకలోని రంధ్రాల ద్వారా, వేగంగా నడిచే బండినీ, కారును లేదా అటువంటి వాటిని సినిమా తెరమీద ఎప్పుడయినా గమనించారా? అయితే



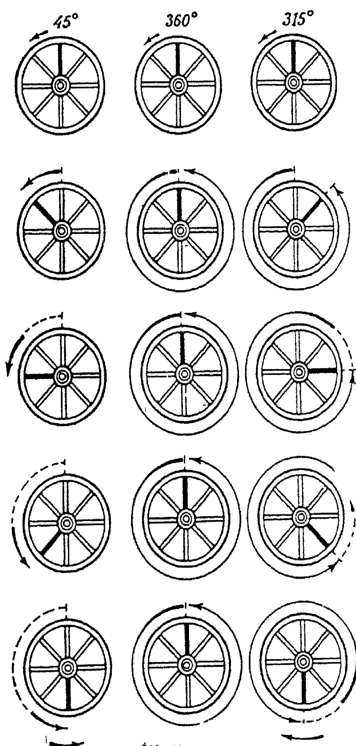
చిత్రం 143. దూరం నుంచి చూస్తే కుడి పక్కకు తిరిగి చూస్తున్న స్త్రీ కన్నూ, ముక్కులో కొంత భాగం కనబడుతుంది.

మీకొక విచిత్రం కనబడి ఉంటుంది. కారు ముందుకు పోతూనే ఉంటుంది. కాని దాని చక్రాలు మాత్రం తిరగవు. ఒకోసారి చక్రాలు వెనక్కు తిరిగినట్లు కూడా కనబడతాయి. ఈ భ్రమ చాలా విచిత్రమయినది. దీన్ని తొలిసారిగా చూచిన వారు తికమక పడిపోతారు.

తిరిగే చక్రాన్ని తడిక రంధ్రంలోంచి చూచినప్పుడు, చక్రాల కదలిక మొత్తం కనబడదు. కొంత కాలవ్యవధితో ఒక దాని తర్వాత ఒకటిగా విడివిడి దృశ్యాలలో కనబడుతుంది. రంధ్రం ముందునుంచి పక్కకు కదిలిన చక్రం భాగం కనబడదు. సినిమాలో కూడా దృశ్యం నిరంతరంగా కనబడదు. సెకండుకు 24 ఫ్రేముల ప్రకారం కనబడుతుంది. ఇటువంటి చోట్ల తిరిగే చక్రాలు మూడురకాలుగా కనబడతాయి. వాటి వివరాలు చూద్దాం.

మొదటి రకంలో, చక్రం రెండు సార్లు కనిపించే మధ్య వ్యవధిలో చక్రం రెండు సార్లు తిరిగినా, ఇరవయి సార్లు తిరిగినా మనకు భేదం తెలియదు. ఆ చక్రం మొత్తానికి మనకు కనిపించినప్పుడల్లా ఒకే రకంగా కనబడుతుంది. కారువేగం ఒకే రకంగా ఉంటే, మరోసారి కనిపించినపుడు కూడా చక్రం తిరిగి అదే స్థానంలో కనబడుతుంది. అందులోని భాగాలు ఒకే స్థానంలో ఉన్నట్లు అనిపిస్తుంది. అందుకని చక్రం తిరగడం లేదనే భావం మనకు కలుగుతుంది. చిత్రం 144 లో మధ్య వరుస.

ఇక రెండవ రకంలో, చక్రం రెండు సార్లు కనిపించే మధ్య వ్యవధిలో కొన్ని పూర్తి చుట్లు తిరుగుతుంది. దానితో బాటే ఒక చుట్టులో కొంత భాగం కూడా తిరుగుతుంది. అందుకని ఇటువంటి చక్రాన్ని మనం సందులోంచి చూచేటప్పుడు చక్రం తిరగడం



చిత్రం 144. తెరమీద కనిపించే చక్ర భ్రమణంలోని కిటుకు

మొత్తం కనబడదు. అది నెమ్మదిగా, తక్కువ వేగంతో తిరుగుతున్నట్లనిపిస్తుంది. మనకు కనిపించినపుడల్లా చక్రం తనచుట్టుతాను, ఒక చుట్టులో కొంత భాగమే తిరిగినట్లు ఉంటుంది. అందుకే కారు వేగంగా ముందుకు పోతున్నాసరే చక్రాలు మాత్రం నెమ్మదిగా తిరుగుతున్నాయని మనం నిర్ణయించుకుంటాము.

ఇక మూడవ రకంలో, చక్రం రెండు సార్లు కనిపించే వ్యవధిలో ఒక చుట్టుకన్నా తక్కువ తిరిగినట్లు కనబడుతుంది. అంటే ఒకసారి కనిపించిన రూపంకన్నా, రెండవ సారి కనిపించిన రూపం కొంత వెనకబడి ఉన్నట్లు ఉంటుంది. చిత్రం 144లో 3వ వరుసలో చూపినట్లు కేవలం 315° మాత్రమే. ఇలా కనిపించే మధ్య వ్యవధిలో చక్రం ఎన్నిచుట్లు పూర్తిగా తిరిగినా మనకు కనబడదు గనుక తెలియదు. ఈ సందర్భంలో చక్రం వెనుకకు తిరుగుతున్న భ్రమ కలుగుతుంది. చక్రం వేగం తగ్గడం లేదా హెచ్చడం జరిగితేనే ఈ భ్రమ మాయమవుతుంది.

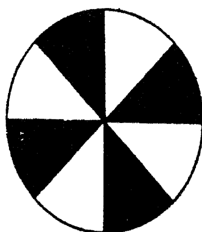
మొదటి రకంలో సులభంగా అర్థమవుతుందని, చక్రం పూర్తి చుట్టు తిరిగి కనిపించిందనుకున్నాం. చక్రం మొత్తం ఒకే రకంగా ఉన్నప్పుడు, ఒకే రకంగా ఉండే ఏ భాగం కనిపించినా ఇదే భావం కలుగుతుంది. అలాగే మిగతా రెండు రకాలలో కూడా ఆయా భాగాలు ఆయా స్థానాలలో కనబడితే చాలు.

ఇందులో ఇంకా కొన్ని ఆసక్తికరమయిన అంశాలున్నాయి. చక్రం వెలుపలి అంచు ముందుకు తిరుగుతుంటే, అందులోని పుల్లలు మాత్రం వెనక్కు తిరుగుతున్నట్లు కూడా కనబడుతుంది. ఏదయినా ఒక పుల్లకు గుర్తుపెడితే, చక్రం ఆ గుర్తుకు వ్యతిరేకంగా తిరుగుతున్నట్లు, గుర్తు ఒక పుల్లనుండి మరోపుల్లకు మారుతున్నట్లు కనబడుతుంది.

సినిమాలు చూచేటప్పుడు ఇటువంటి భ్రమలవల్ల చికాకు ఏమీకలగదు. (వేగంగా వచ్చే కారువేగం తగ్గి ఆగినట్టు చూసే దృశ్యాలలో, ముందు తిరగనట్లే అనిపించినా చక్రాలు, కొంచెం సేపు వెనక్కు తిరిగి, చివరకు ముందుకు తిరుగుతూ ఆగుతాయి. అయితే ఈ విషయాల మీద మన దృష్టి అంతగా నిలబడదు – అనువాదకుడు) అదే సినిమా ద్వారా మనం చెప్పకుంటున్న ఈ వివరాలను చూపదలుచుకుంటే మాత్రం, చూపదలచినది కనబడక తికమక కలుగుతుంది. యంత్రాల కదలిక గురించి తప్పడు అవగాహన కలిగే వీలుకూడా లేకపోలేదు.

సినిమా చూచే వాళ్లు బాగా పరిశీలనాదృష్టిగల వారయితే, చక్రాన్ని గమనించి అది సెకండుకు ఎన్నిచుట్లు తిరుగుతున్నదో లెక్కించగలుగుతారు. సినిమా మామూలుగా సెకండుకు 24 ఫ్రేముల ప్రకారం కనబడుతుంది. చక్రంలో పుల్లలుంటే, సెకండు కాలంలో చక్రం తిరిగే చుట్లు 24:12=2 అవుతుంది. లేదా అరసెకండుకు ఒక చుట్టు అనవచ్చు. ఇది అన్నిటికన్నా తక్కువ చుట్ల వేగం ఇంతకన్నా ఎక్కువ వేగం ఎంతయినా ఉండవచ్చు. అది ఇంతకు రెండంతలు, మూడంతలు ఆ రకంగా వచ్చే చుట్లలో కనబడుతుంది. చక్రపు వ్యాసాన్ని అంచనా వేసి, చక్రం ఎంతవేగంగా తిరుగుతున్నది లెక్క వేయవచ్చు. 80 సెం.మీ. వ్యాసంగల చక్రం, ఇందాక లెక్క వేసిన పరిస్థితిలో గంటకు 18 కి.మీ. వేగంతో ముందుకు పరుగెడుతుంది. లేదా దాని వేగం 36, 54 కి.మీ. అంటే (18 × 2) (18 × 3) ప్రకారం పెరుగుతూ కనబడుతుంది.

ఈ భ్రమను ఉపయోగించి ఇంజనీర్లు, వేగంగా తిరిగే ఇరుసులు, యంత్రభాగాల వేగాలను లెక్కిస్తారు. అందులోని పద్ధతి ఇది. ఎ.సి. కరెంటుతో పని చేసే మన



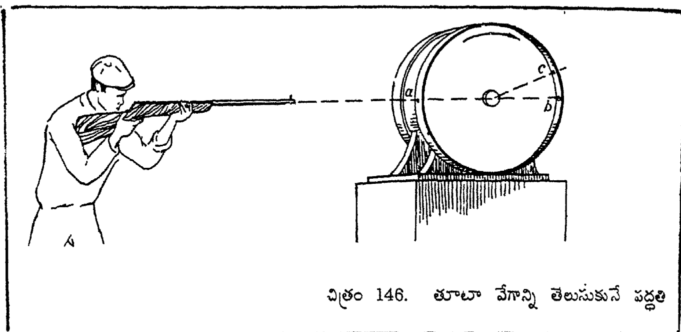
చిత్రం 145. యంత్రం పరిభ్రమించే వేగం తెలుసుకోడానికి ఉపయోగించే డిస్కు

లైటు బల్బులలో వెలుగు నిరంతరాయంగా ఉండదు. సెకండులో ప్రతి వందవ వంతు సమయంలో ఆ బల్బుకాంతి తగ్గి తిరిగి వెలుగుతుంటుంది. అటువంటి కాల వ్యవధిని మన కళ్లు చూడలేవు గనుక బల్బు మినుకు మినుకు మంటున్నట్లుగాక, ఒకే రకంగా వెలుగుతున్నట్లు కనబడుతుంది. అయితే చిత్రం 145 లో చూపించిన చక్రం, ఒక బల్బు వెలుగులో ఉందనుకోండి. సెకండులో ప్రతి వందవ భాగంలో ఈ చక్రం 1/4 ఆవర్తం మార్గం తిరిగే పక్షంలో, అది మనకు బూడిద రంగులో కాక, మామూలు నలుపు తెలుపు భాగాలతోనే కనబడుతుంది. చక్రం తిరగడం లేదనే భావం కలుగుతుంది. చక్రాలలో కలిగే భ్రమలకు కారణం అర్థమయిన వారందరికీ, ఇదెందుకు జరిగిందో కూడా తెలిసిపోయి ఉంటుంది. దీనితో తిరిగే ఇరుసుల వేగం కనుగొనడమెలాగో కూడా అర్థమయి ఉంటుంది.

సాంకేతిక శాస్త్రంలో "నెమ్మదిగా కదిలే మైక్రోస్కోపు"

ఇప్పటి వరకు వర్ణించిన ఈ పద్ధతిని ఉపయోగించి, స్లో మోషన్ కెమెరాను పని చేయించవచ్చు. చిత్రం 145 లో చూపిన చక్రం సెకండుకు 25 చుట్లు తిరుగుతుంటే, సెకండుకు దాని మీద 100 సార్లు వెలుగు ప్రసరిస్తుంటే, అది తిరగనట్లే కనబడుతుందని మనం చూచాం. ఇప్పుడిక బల్బును సెకండుకు 101 సార్లు వెలిగేలా చేయండి. రెండు సార్లు వెలుగువచ్చే మధ్యలో చక్రం పూర్తి పావుచుట్టు తిరగకపోతే, చక్రంలోని నిర్దేశింపబడిన భాగం, ప్రారంభించిన చోటికి చేరదు. అది చుట్టు కొలతలో వందవ వంతు వెనకబడినట్లు కనబడుతుంది. రెండవ సారి వెలుగులో అది మరొక వందవ వంతు వెనకబడుతుంది. అలాగే వెనక బడుతూ పోతుంది. అప్పుడు చక్రం వెనకకు తిరుగుతున్నట్లు అనిపిస్తుంది. అలా అది సెకండుకు ఒక చుట్టు వెనక్కు తిరుగుతుంది. అంటే గమనం 25 వంతులు వేగం తగ్గిపోయిందని అర్థం కదా!

వేగం తగ్గిన ఇటువంటి చలనాన్ని, చక్రం వెనుకకు తిరుగుతున్నట్లుగాక ముందుకు



చిత్రం 146. తూటా వేగాన్ని తెలుసుకునే పద్ధతి

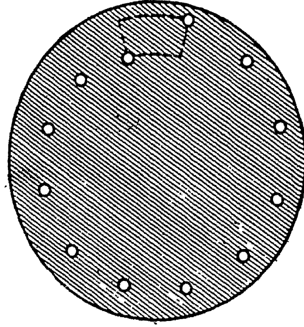
పోతున్న సందర్భంలో కూడా ఎలా కలగజేయాలో ఊహించడం కష్టం కాదు. ఇందుకోసం బల్బు ఆరి వెలిగే వేగాన్ని పెంచడం కాక తగ్గిస్తే సరి. ఉదాహరణకు సెకండుకు అది 99 సార్లు మాత్రమే వెలిగేట్లు ఏర్పాటు చేస్తే, చక్రం సెకండుకు ఒక చుట్టు ప్రకారం ముందుకు పోతున్నట్లు కనబడుతుంది.

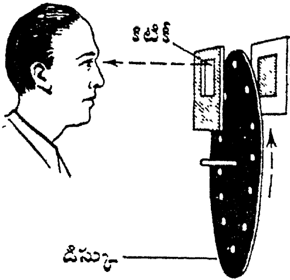
దీన్నే నెమ్మదిగా కదిలే మైక్రోస్కోపు అంటాం. ఇందులో వేగం 25 వంతులు తగ్గించే శక్తి ఉంది. వేగాన్ని ఇంకా తగ్గించవచ్చు కూడా. ప్రతి పది సెకండ్లకు 999 సార్లు అంటే 99.9 సార్లు బల్బు వేగాన్ని ఏర్పాటు చేస్తే చక్రం ప్రతి పది సెకండ్లకు ఒక చుట్టు తిరుగుతున్నట్లు కనబడుతుంది. అంటే వేగాన్ని 250 వంతులు తగ్గించినట్లు లెక్క.

ఇదే రకంగా, ఒకే క్రమంలో వేగంగా జరిగే ఏ చర్యనయినా వేగం తగ్గించి చూపవచ్చు. వేగంగా తిరిగే యంత్రాల పనితీరును పరిశీలించడానికి ఈ పద్ధతి బాగా ఉపకరిస్తుంది. (ఈ వర్ణించబడిన విధానం, వేగంగా జరిగే చర్యలను పరిశీలించే స్ట్రోబోస్కోపుకు సంబంధించినది. దీనితో వేగాలను చాలా ఖచ్చితంగా 0.001 తేడా లోపల లెక్కించవచ్చు – సం॥)

చివరగా, దూసుకు పోయే తుపాకి గుండు లేదా బులెట్ వేగాన్ని లెక్కించే పద్ధతిని చూద్దాం. తిరిగే చక్రంయొక్క ఆవర్తనాలను సరిగ్గా లెక్కవేయడాన్ని ఆధారంగా ఈ పని సాధ్యమవుతుంది. ఒక అట్టతో తయారుచేసిన డ్రంను ఇరుసు మీద వేగంగా తిరిగేట్టు బిగించాలి. తుపాకిని పేల్చితే గుండు ఈ డ్రంలో రెండు చోట్ల గుండా దూసుకుపోయి అవతల చేరుతుంది. డ్రం తిరగకుండా ఉంటే, బులెట్ అందులోకి ప్రవేశించిన చోటినుండి వ్యాసం వెంబడి సరిగ్గా ఎదురుగా ఉండే అవతలి స్థానం నుండి బయటికి పోతుంది. కానీ అది తిరుగుతున్నది గనుక b స్థానం నుండి కాక c నుండి బయటకు వచ్చింది. డ్రం వ్యాసం, అది తిరిగే వేగం తెలుసుకుంటే, bc చాపం ఆధారంతో మనం బులెట్ వేగాన్ని లెక్కించవచ్చు. ఆ లెక్క రేఖాగణితం లోనిది. గణితం తెలిసిన వారికందరికీ అర్థమవుతుంది.

చిత్రం. 147





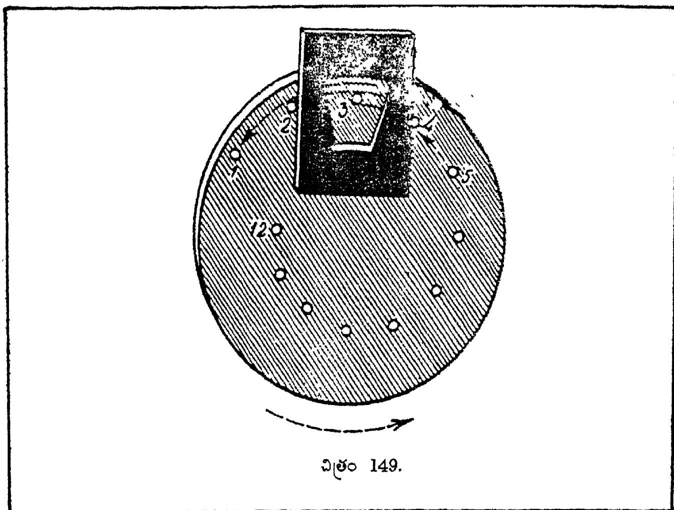
చిత్రం 148.

నిప్కోవ్ చక్రం

"నిప్కోవ్ డిస్కు" అనే ఈ పరికరాన్ని తొలి టెలివిజన్ సెట్లలో వాడుకున్నారు. దృష్టి భ్రమలను సాంకేతిక ప్రయోజనాలకు వాడుకొనడానికి ఇదొక అద్భుతమయిన ఉదాహరణ.

చిత్రం 147 లోని డిస్కులో చుట్టూ రెండు మిల్లీమీటర్ల వ్యాసంగల రంధ్రాలున్నాయి. డిస్కు అంచువెంట ఒక క్రమంలో సర్పిలాకారంలో ఏర్పాటు చేయబడిన ఈ రంధ్రాలు, ఒకదానికంటే దాని తర్వాతిది కేంద్రానికి రెండు మి.మీలు చేరువగా ఉన్నాయి. మీకు ఇందులో గమనించదగిన అద్భుతమేదీ కనబడదు. అయితే ఈ చక్రాన్ని ఒక ఇరుసు మీద బిగించండి, దాని ముందు ఒక ఫ్రేమును, వెనుక అదే సైజులో ఉండే ఒక చిత్రాన్ని అమర్చండి. (చిత్రం 148) చక్రాన్ని వేగంగా తిప్పండి. అప్పటి వరకు చక్రం చాటున దాగి, కనబడకుండా ఉండిన చిత్రం స్పష్టంగా కనబడుతుంది. చక్రం వేగం తగ్గగానే, బొమ్మ బూజయి పోయి, చక్రం తిరగడం

అగగానే, మాయమయిపోతుంది. ఇప్పుడు కనిపించేది 2 మి.మీ. రంధ్రంలోంచి కనబడే చిత్రం భాగం మాత్రమే.



చిత్రం 149.

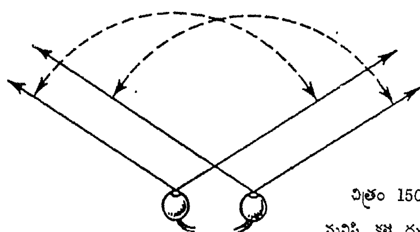
ఈ రహస్యమయ చక్రంలోని కిటుకేమిటి? చక్రాన్ని కాస్త నెమ్మదిగా గమనిద్దాం. రంధ్రాలు ఒక్కొక్కటిగా ఫ్రేములో కదులుతుంటే ఏమవుతుందో చూద్దాం అంచులో కేంద్రానికి అన్నింటికన్నా దూరంగా ఉన్న రంధ్రం ఫ్రేముపై అంచు వెంట కదులుతుంది. వేగంగా తిరిగేటప్పుడు దానిలోంచి చిత్రంలోని పై భాగం ఒక పట్టీగా కనబడుతుంది. దాని కిందవే మరొక రంధ్రం ఫ్రేములోకి వస్తుంది. అది మొదటి పట్టీకి తగులుతూ కిందఉండే మరొక పట్టీని మనకు కనిపింపజేసి, చిత్రంలో మరికొంత భాగాన్ని మన ముందుంచుతుంది. (చిత్రం 149) రెండవ పట్టీ క్రింది భాగాన్ని మూడవ రంధ్రం అలా క్రమంగా పై నుండి క్రింది దాకా చిత్రమంతా భాగాలుగా మనకు కనబడుతుంది. చక్రం తగినంత వేగంగా తిరుగుతుంటే మొత్తం చిత్రం ఒకేసారి కనబడుతుంది. ఫ్రేముకు ఎదురుగా చక్రంలో అంతే రంధ్రం ఉన్న భావం కలుగుతుంది.

ఈ డిస్కును తయారు చేయడం ఎంతో తేలిక. దాన్ని తిప్పడానికి అక్షం మట్టూ దారం చుట్టవచ్చు. ఒక చిన్న మోటారును గనక బిగించగలిగితే మరింత బాగుంటుంది.

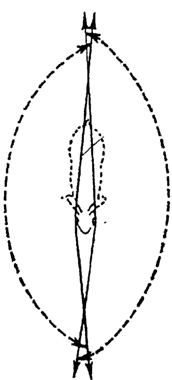
కుందేటికి కళ్లు పక్కన ఎందుకు?

ఒక వస్తువును ఒకేసారి రెండు కళ్లతో చూడగలిగే చాలా తక్కువ ప్రాణుల

రకాల్లో మనిషి కూడా ఒకడు. మనం కుడికంటితో చూచే దృశ్యానికి, ఎడమకంటి దృశ్యానికి మధ్య భేదం చాలా తక్కువ. అయితే చాలా జంతువులు రెండుకళ్లతో రెండు వేరువేరు దృశ్యాలను చూస్తాయి. మనకు అలవాటయిన "రిలీఫ్" వాటి దృష్టిలో ఉండదు. ఆ లోపానికి ప్రతిగా అన్నట్లు వాటికి కనబడే దృష్టి క్షేత్రం మాత్రం చాలా ఎక్కువగా ఉంటుంది. మనం అంతమేర ప్రాంతాన్ని ఒకసారి చూడలేము.



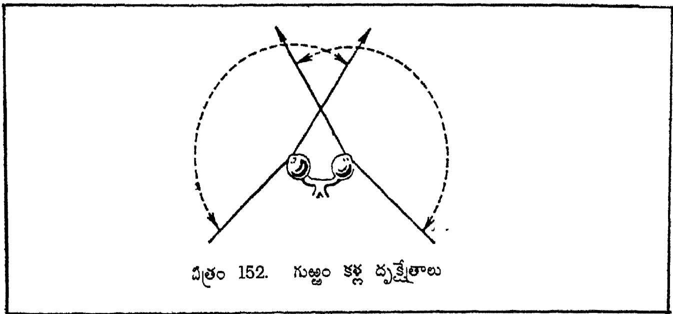
చిత్రం 150.
మనిషి కళ్ల దృక్క్షేత్రాలు



చిత్రం 151. కుందేలు కళ్ల దృక్క్షేత్రాలు

చిత్రం 150 లో మనిషి యొక్క దృష్టిక్షేత్రం చూపబడింది. ప్రతి కంటికి, 120° పరిధిలో (క్షితిజ సమాంతరంగా) గల దృశ్యం కనబడుతుంది. పైగా, ఈ రెండు కళ్ల కోణాలు ఒక దానితో ఒకటి కలిసిఉంటాయి. ఇక ఈ పరిధిని చిత్రం 151తో పోల్చి చూడండి. ఇందులో కుందేలు ఒక సారి చూడగలిగే ప్రాంతం గుర్తింపబడి ఉంది. దూరదూరంగా ఉండే కళ్లతో కుందేలు ఒకేసారి, తలతిప్పనవసరం లేకుండానే, ముందు జరిగేదేగాక తన వెనుక గల ప్రాంతాన్ని కూడా చూడగలుగుతుంది.

కుందేలును బెదరగొట్టకుండా వెనక నుంచి కూడా దగ్గరకు చేరడం ఎందుకు సాధ్యంకాదో ఇప్పుడు మీకు అర్థమయి ఉంటుంది. పోగా, చిత్రాన్ని గమనిస్తే, కుందేటికి తన ఎదురుగా జరిగే కొన్ని విషయాలు లేదా కొంత మేర దృశ్యం కనబడదని తెలుస్తుంది. ఆ భాగాన్ని చూడాలంటే తలతిప్పవలసిందే.



చిత్రం 152. గుఱ్ఱం కళ్ల దృక్షేత్రాలు

గిట్టలుండేవి, నెమరువేసే జంతువులు ఇంచుమించు అన్నింటికీ, అన్ని దిక్కులా చూడగల శక్తి ఉంటుంది. చిత్రం 152లో గుర్రం చూడగలిగే పరిధిని చూడవచ్చు. ఈ క్షేత్రం వెనుక కలవనప్పటికీ, గుర్రం తన తలను కొంచెంగా పక్కకు తిప్పితేచాలు, వెనుక ప్రాంతం కూడా పూర్తిగా చూడగలుగుతుంది. ఈ జంతువులు చూడగలిగే వివరాలు తక్కువే అయినప్పటికీ, కొద్దిపాటి కదలికను కూడా అవి గుర్తించగలుగుతాయి. ఇక వేటాడి జీవించే క్రూర జంతువులలో ఈ "చుట్టుముట్టు" దృష్టికాక, "రెండు కళ్ల" దృష్టి మాత్రమే ఉంటుంది. అందుకే అవి ఎరమీద దూకవలసిన దూరాన్ని బాగా అంచనా వేసుకొంటాయి.

చీకటిలో పిల్లులన్నీ బూడిద రంగులో ఎందుకు కనబడతాయి?

భౌతిక శాస్త్రవేత్త నడిగితే చీకటిలో పిల్లులన్నీ నలుపుగా ఉంటాయంటాడు. వెలుగు లేనప్పుడు సాధారణంగా ఏది కనబడదు కదామ్మరి! అయితే ఈ సామెతలో చీకటి పూర్తిగా చీకటి కాదు. తక్కువ వెలుగని అర్థం! (కొవ్వొత్తులు ఆర్పేసిన తర్వాత అన్నిపిల్లులు బూడిద రంగే! అని ఒక సామెత ఉంది – అనువాదకుడు) తక్కువ వెలుగులో రంగుల భేదం తెలియదు. అంతా బూడిద రంగుగానే కనబడుతుంది.

ఇదింతకూ నిజమా? గుడ్డి చీకటిలో ఎరుపు జెండా, ఆకుపచ్చని ఆకు, రెండూ బూడిద రంగవుతాయి? సులభంగానే చూడవచ్చు. సంధ్యాకాంతిలో రంగులను చూడప్రయత్నించితే, అన్నింటిలోనూ ముదురు బూడిదరంగు వ్యాపించినట్లు కనబడుతుంది. అది ఎర్రని దుప్పటిగానీ, నీలం కాగితం, ఊదారంగుపూలు, పచ్చని ఆకులు ఏదయినాసరే, అన్నింటా బూడిదరంగు ఉంటుంది. చెకోవ్ రాసిన 'దలెటర్'

అనే కథలో "తెరలు దించేసరికి సూర్యకాంతిని అడ్డుకున్నాయి. లోపల సగం సగం చీకటయింది. పెద్ద పూల గుత్తిలోని గులాబీలన్నీ ఒకే రంగులో కనబడసాగాయి" అంటాడు.

భౌతిక శాస్త్ర ప్రయోగాల ద్వారా ఈ పరిశీలనలు నిరూపింపబడ్డాయి. రంగు ఉపరితలంమీద పలచని తెలుపు కాంతి ప్రసరించినా, లేక తెలుపుతలం మీద పలచని రంగు కాంతి ప్రసరించినా కాంతి పెరుగుతున్నప్పుడు బూడిద రంగుతప్ప మరొకటి కనిపించదు. కాంతి తగినంతగా పెరిగిన తర్వాత మాత్రమే రంగులు కనబడతాయి. దీన్ని "రంగును గుర్తించే అవధి" అంటారు.

కాబట్టి చాలా భాషల్లో ఉండే ఈ సామెత నిజమయినదే. అవధికి తక్కువగల వెలుగులో రంగులన్నీ బూడిద రంగుగానే కనబడతాయి.

రంగులను గుర్తించడానికి పై అవధి కూడా ఒకటి ఉంది. కాంతి మరీ ఎక్కువగా ఉంటే కంటికి రంగుల తేడా తెలియదు. అన్నీ తెలుపుగానే కనబడతాయి.

చల్లని కిరణాలున్నాయా?

వేడిమిగల కిరణాల లాగే, చల్లదనాన్ని మోసే కిరణాలు కూడా ఉన్నాయని ఒక అభిప్రాయం ఉంది. పొయ్యిలోనుంచి వేడి ప్రసరించినట్టే మంచు గడ్డనుంచి చల్లదనం కూడా వచ్చినట్లనిపిస్తుంది. అంటే పొయ్యినుంచి వచ్చే వేడి కిరణాల లాగే, మంచు నుంచి చల్లని కిరణాలు వచ్చాయా?

ఇది పూర్తిగా తప్పు ఆలోచన. చల్లని కిరణాలు ఉండవు. చల్లని వస్తువుల పక్కన పెట్టిన వేరే వస్తువులు చల్లబడడం చల్లని కిరణాల వల్ల కాదు. వేడి వస్తువులు, తాము మంచునించే తీసుకునే కన్నా ఎక్కువ వేడిమిని వెదజల్లుతాయి. చల్లని, వేడి రెండు వస్తువులనుండి వేడి బయటకు వస్తుంది. మంచుకన్నా ఎక్కువ వెచ్చగా ఉండే వస్తువు, తాను గ్రహించే దానికన్నా ఎక్కువ వేడిమిని వెదజల్లుతుంది. లోపలికి వచ్చే వేడిమి తక్కువ గనుక అది చల్లబడుతుంది.

చల్లని కిరణాలు ఉన్నాయని నమ్మించగల ప్రయోగం ఒకటి ఉంది. ఒక పొడుగాటి హాలులో ఎదురెదురుగా పుటాకార దర్పణాలను పెద్దవాటిని అమర్చాలి. ఒక అద్దం యొక్క కాంతికేంద్రంలో చాలావేడి వస్తువును దేన్నయినా ఉంచితే, అందులోంచి వచ్చే కిరణాలు, రెండవ అద్దం మీదకు ప్రసరిస్తాయి. అది తిరిగి కిరణాలను ఒక చోట కేంద్రీకరింపజేస్తుంది. అక్కడ పెట్టిన నల్లని కాగితం అంటుకుని మండుతుంది. అంటే కిరణాలు వేడిమిని మోయ గలవు అనే అర్థం. మొదటి అద్దం ముందు ఒక మంచు గడ్డను పెడితే, రెండవ అద్దం కిరణాలను కేంద్రీకరింపజేసిన చోట ఉండే ఉష్ణమాపకంలో వేడిమి తగ్గి కనబడుతుంది. అంటే మంచు నుంచి చల్లని కిరణాలు వెలువడి అద్దాల ద్వారా ప్రతిఫలించాయని అర్థమా?

ఎంతమాత్రం కాదు. ఇందుకు కూడా ఒక వివరణనిచ్చి అనుమానం తొలగించవచ్చు వికిరణంవల్ల థర్మామీటరు నుండి మంచుగడ్డకు ఎక్కువ వేడిమి అందుతుంది.

అందుకే అందులో ఉష్ణోగ్రత పడిపోతుంది. అందుకే చల్లదనాన్ని ప్రసరింపగల కిరణాలు ఉన్నాయంటే నమ్మనవసరం లేదు. అటువంటి దేదీ ప్రకృతిలోలేదు. కిరణాలన్నీ గ్రహించే వస్తువుకు శక్తిని అందజేస్తాయి. పైగా కిరణాలను వెదజల్లే వస్తువులు చల్లబడతాయి.

ధ్వని తరంగ చలనం

ధ్వని తరంగాలు, రేడియో తరంగాలు

ధ్వని, కాంతికంటే పదిలక్షల సార్లు తక్కువ వేగంతో ప్రసరిస్తుంది. రేడియో తరంగాలు కూడా కాంతితో సమానమయిన వేగంతో పయనిస్తాయి. గనుక, వీటికంటే కూడా ధ్వని తరంగాలు పదిలక్షల వంతులు తక్కువ · వేగంగలవే. దీనితో ఒక విచిత్రమయిన పరిస్థితి ఏర్పడుతుంది. ఈ సమస్యను గమనిస్తే విషయం మీకే అర్థమవుతుంది. కచేరీలో వాయిద్య కారుని సంగీతధ్వనిని ముందుగా ఎవరు వింటారు. అతని కెదురుగా పదిమీటర్ల దూరంలో కూచుని ఉన్న ప్రేక్షకుడా, వంద కిలోమీటర్ల దూరంలో రేడియో ముందు కూచుని వింటున్నా శ్రోతనా? విచిత్రంగా వీరిద్దరిలో రేడియో శ్రోతకే ముందు వినిపిస్తుంది. అతను ప్రేక్షకునికన్నా పదివేల రెట్లు దూరంలో ఉన్నాసరే!

రేడియో తరంగాలు 100 కి.మీ. ప్రయాణించడానికి $\frac{100}{3,00,000} = \frac{3}{3,000}$ సెకండ్లు, ఇక శబ్దతరంగాలు 10 మీటర్లు ప్రసరించడానికి $\frac{10}{340} = \frac{1}{34}$ సెకండ్లు పడతాయి. కాబట్టి శబ్దాన్ని గాలిలోకన్నా, రేడియో ద్వారా ప్రసారం చేస్తే, సుమారు వందరెట్లు వేగంగా పోతుందని అర్థం.

శబ్దం, తుపాకి గుండు

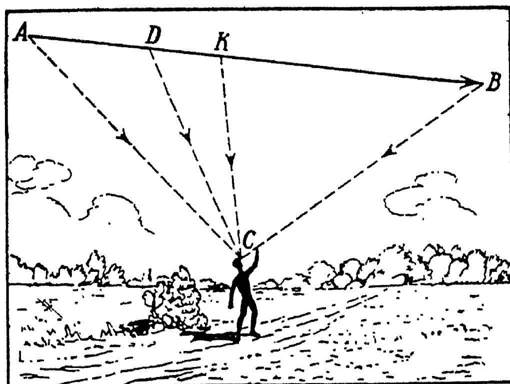
జూల్స్ వెర్న్ రచనలో చంద్రగ్రహానికి ప్రయాణమయిన వారు, తమను తమ మార్గంలోకి ప్రయోగించిన గొప్ప ఫిరంగి మోతను మాత్రం వినలేకపోయారు. అందుకు వారు ఆశ్చర్యపోయారు. అయితే అక్కడ మరోలా జరిగే అవకాశమేలేదు. ఫిరంగి పేలిన చప్పుడు ఎంత చెవులు చిల్లులు పడేయగలదయినా, గాలిలో అది పయనించే వేగం మాత్రం, సెకండుకు 340 మీటర్లు మాత్రమే. అయితే ఫిరంగిలోని గుండు, దానిలోని ప్రయాణికులు మాత్రం సెకండుకు 11,000 మీటర్ల వేగంతో బయలుదేరారు. అందుకే ఫిరంగి పేలిన శబ్దం, ఆ గుండులో ప్రయాణిస్తున్న వారి చెవులకు సోకలేదు. వారు ఆ ధ్వని కంటే వేగంగా పోతున్నారు. (ఆధునిక విమానాలు కూడా ధ్వనికంటే చాలా వేగంగా ప్రయాణించగలవు– సం॥)

ఇక నిజమయిన బులెట్లు మొదలయిన వాటి సంగతి ఏమిటి? అవి ధ్వనికంటే వేగంగా దూసుకు పోతాయా? లేక ధ్వని వాటి కంటే ముందు పోయి, గుండు తగలబోయే చోట హెచ్చరికగా చేరుతుందా? ఆధునిక రైఫిళ్లలో గుండు బయలుదేరే ప్రారంభవేగం, ధ్వని గాలిలో పయనించే వేగానికి మూడు రెట్లుంటుంది. 0° దగ్గర ధ్వనివేగం సెకండుకు 332 మీటర్లయితే బులెట్ల వేగం 900 మీటర్లు. బులెట్లు రానురాను వేగం తగ్గిపోతాయి. ధ్వని మాత్రం అలాకాదు. అయినప్పటికీ వెళ్లే దూరంలో చాలామటుకు బులెట్లే, ధ్వనికన్నా ముందుగా దూసుకు పోతాయి.

మీరెప్పుడయినా గొడవలో ఉండి, తలమీద నుండి బులెట్ దూసుకు పోతున్న చప్పుడు, లేదా తుపాకి పేలిన చప్పుడు వింటే బెదరిపోకండి. అప్పటికే గురితప్పిన బులెట్ మీ కంటే ముందుకు పోయిందని అర్థం. దాని తాలూకు ధ్వని చెవికి వినబడక ముందే తుపాకిగుండు హాతుడికి తగిలి ఉంటుంది.

ప్రేలుడు భావన

దూసుకు పోయే వస్తువు గాని, దాని తాలూకు ధ్వని రెండూ పడే పోటీలో, మధ్యన మనం తికమకయి తప్పుడు భావనలను కలగజేసుకోవడం కద్దు. మన తలల మీదుగా ఎత్తులో ఎగిరిపోయే ఫిరంగి గుండు లేదా అటువంటిదే మరో అస్త్రం ఇటువంటి భ్రమను కలిగిస్తాయి. బయటి విశ్వంలోనుండి మన వాతావరణంలోకి చొచ్చుకుని వచ్చే, అంగారక శిలల వంటివి చాలా చిన్నవయినా సరే, వాటికి విపరీతమయిన వేగం ఉంటుంది. అది ధ్వని వేగంకంటే కొన్ని పదుల రెట్లు ఎక్కువగా ఉంటుంది. వాతావరణంలోని గాలి వాటిని అడ్డుకుంటున్నా వేగం అంతగా తగదు.



చిత్రం 153. అగ్గి పిడుగు ప్రేలినట్లు భ్రమ.

గాలిలో నుండి దూసుకు పోయేటప్పుడు ఈ రకం అంతరిక్ష శకలాలు ఉరుము లాంటి గొప్ప ధ్వనిని కలగజేస్తాయి. మనం C అనే చోట ఉన్నామనుకుందాం. (చిత్రం 153) ఎత్తున బాగాపైన, ఒక శకలం A B అనే మార్గంలో దూసుకు పోతున్నది. A వద్ద దాని నుండి పుట్టిన ధ్వని మనకు C లో వినబడేలోపల శకలం మాత్రం B కి చేరుకుంటుంది. శకలాలు బాగా వేగంగా దూసుకు పోతాయి గనుక

అది Dకి చేరుతుంది. అక్కడి దాని ధ్వని మన చెవులకు A దగ్గర ధ్వనికన్నా ముందు వినబడుతుంది. అంటే ముందుగా మనకు D వద్ద ధ్వని వినబడుతుంది. తర్వాతనే A నుండి వినబడుతుంది. B దగ్గరి ధ్వని కూడా మనకు D ధ్వని తర్వాతనే వినబడుతుంది. గనుక, మన మీద బహుశః K అనే చోటు ఎక్కడినుంచో మనకు అన్నిటికన్నా ముందు వినిపిస్తుంది. శకలం, దాని ధ్వనుల వేగాలను తెలుసుకుంటే, లెక్కలు తెలిసిన వారెవరయినా స్థానాన్ని గుర్తించగలుగుతారు.

చివరకు జరిగేదేమిటంటే, మనం విన్నదానికి, చూచినదానికి సంబంధం ఉండదు. కళ్ళకు శకలం ముందుగా A దగ్గర కనబడి A B అనే మార్గం గుండా దూసుకుపోయినట్లు అగుపడుతూ చెవులకు మాత్రం అది ముందుగా మన తల మీద K అనే స్థానంలో ఉన్నట్లనిపిస్తుంది. అక్కడి నుండి ధ్వని తగ్గిపోతూ రెండు దిశల్లో పోయినట్లు అనిపిస్తుంది. అవి K నుండి, A, K నుండి B లకు ఇంకొక రకంగా చెప్పాలంటే సూటిగా పడిన శకలం K వద్ద రెండు ముక్కలయి, రెండు వ్యతిరేక దిశలలో దూసుకు పోయిందన్న భావం కలుగుతుంది.

నిజానికి శకలం పేలలేదు. ధ్వని వినిపించడంలో ఎంతటిమోసం జరగగలదో తెలిసిందనుకుంటాను. అంతరిక్ష శకలాలు పడడం కళ్లారా చూచామనే వారు, అది పేలిందని చెప్పడం బహుశః ఇటువంటి భ్రమ వల్లనే నయి ఉంటుంది.

ధ్వని వేగం తక్కువయితే

ధ్వని గాలిలో సెకండుకు 340 మీటర్లకన్నా తక్కువ వేగంతో ప్రసరించే పక్షంలో మనం మరింత తరుచుగా భ్రమలకు గురవుతాము.

ధ్వని సెకండుకు 340 మీటర్లు కాక 340 మి.మీటర్లు మాత్రమే ప్రసరిస్తుందనుకుందాం. అది మనం నడిచే వేగం కన్నా తక్కువ. అప్పుడు మీరు ఒక కుర్చీలో కూచుని ఉండగా మీ మిత్రుడొకరు గదిలో అటుయిటు పచార్లు చేస్తూ ఏదో కథ చెపుతున్నారనుకుందాం. మామూలుగానయితే ఇందులో చిక్కేమీ లేదు. ధ్వని వేగం మనమనుకున్నట్లు తగ్గితే మాత్రం ఆయన చెపుతున్నదేమిటో మీకు తలా తోకా అంతుబట్టదు. ఆయన ముందు చెప్పినది తర్వాత చెప్పినది ముందు వినబడి అంతా అంతులేని గజిబిజి అవుతుంది. అర్థంకాదు.

మీ మిత్రుడు మీకు చేరువగా వచ్చినపుడు, ఆయన మాటలు మాత్రం మీకు తలకిందులయి వినబడతాయి. ముందుగా మీకు ఆయన అప్పుడే అన్నమాట వినబడుతుంది. అంతకు కొంచెం ముందువి, ఆ తర్వాత, ఆ ముందువి ఆతర్వాత, అటు చివరన అన్నవి అన్నిటికన్నా తర్వాత, ఆ క్రమంలో వినబడతాయి. మాట్లాడిన వ్యక్తి మాటలకన్నా వేగంగా కదులుతూ ఇంకా మాట్లాడడం వల్ల ఇలా జరుగుతుంది. ఆయనెప్పుడూ తన ఇంతకు ముందు అన్నమాటలకంటే ఆయనే ముందుగా ఉంటాడు!

నెమ్మది సంభాషణ

ధ్వని సెకండుకు కిలోమీటర్లో మూడవవంతు పయనిస్తుంది గదా! ఇది చాలదా అని గనక మీరు అనుకుంటే మీ అభిప్రాయం మారిపోతుంది. తప్పదు. మాస్కో, లెనిన్‌గ్రాడ్ నగరాల మధ్యన టెలిఫోన్ లేదను కోండి. ఓడల్లో నాయకుడు తన సిబ్బందికి, ఆదేశాలు అందించడానికి ఏర్పాటు చేసే గొట్టంలాంటిది మాత్రమే. ఈ రెండు నగరాల మధ్యన సమాచార ప్రసారానికి మార్గం అనుకోండి. 650 కి.మీ. పొడుగుండే గొట్టానికి ఇటు చివర లెనిన్ గ్రాడ్‌లో మీరుంటారు. మీ మిత్రుడు మాస్కో చివరన ఉంటారు. మీరేదో ప్రశ్న అడిగి జవాబుకోసం వేచి చూస్తారు. అయిదు నిమిషాలు గడుస్తాయి. పది, పదిహేను ఎంతసేపయినా జవాబురాదు. మీకు అనుమానం కలుగుతుంది. ఏదో చేరనే లేదు. అది సగం దారిలో ఉంది. అది మరో పావు గంటయితే గాని అవతల వినిపించదు. ఆయనగారి జవాబు అటునుండి ఇటు రావడానికి కూడా మరో అరగంట పడుతుంది. అంటే మీ ప్రశ్నకు జవాబు వినిపించేది ఒక గంటసేపు తర్వాత మాత్రమే! ఈ లెక్కను సరిచూడడం సులభమే. రెండు నగరాల మధ్యదూరం 650 కి.మీ. ధ్వని సెకండుకు 1/3 కి.మీ. పయనిస్తుంది. ఈ లెక్కన రోజంతా మాటాడుతూ కూచున్నా పన్నెండు వాక్యాలు మించి మాట్లాడుకోలేరు!

(రచయిత ఇక్కడ ఒక విషయాన్ని కావాలనే పక్కన బెట్టినట్లు అర్థమవుతుంది. దూరం పోయిన కొద్దీ తగ్గిపోతుంది. ఈ రకమయిన సంభాషణ అసాధ్యం. మాటలు ఒక చివరనుండి మరో చివరకు వినబడవు. సం॥)

వేగమయిన మార్గం

ఈ రకమయిన సమాచార ప్రసారం కూడా ఎంతో వేగం గలది అనుకునే కాలం కూడా ఒకప్పుడు ఉండేది. కేవలం వంద సంవత్సరాలక్రితం కూడా ఎవరూ టెలిఫోను టెలిగ్రాఫులను గురించి కలలుగని ఉండలేదు. అటువంటి ఆ కాలంలో 650 కి.మీల దూరానికి సమాచారం గంటలో చేరుతుందంటే, అది కూడా గొప్ప విషయమే.

రష్యన్ ప్రభువు మొదటి పాల్ అనే జార్ యొక్క పట్టాభిషేకం మాస్కోలో జరిగింది. ఆ పట్టాభిషేకం జరిగిన వెంటనే సమాచారం, ఉత్తర రాజధాని సెయింట్ పీటర్స్ బర్గ్‌కు చేరవేయాలి. అందుకు అప్పట్లో ఒక పద్ధతిని వాడుకున్నారు. రెండు రాజధానుల మధ్యన మార్గమంతటా సైనికులను 200 మీటర్ల దూరానికొకరి చొప్పున నిలబెట్టారు. చర్చిలో గంటలు మోగిన మరుక్షణం వరుసలో మొదటి సైనికుడు తన తుపాకిని గాలిలోకి పేల్చాడు. రెండవ సైనికునికి ఆ ధ్వని వినబడగానే అతను తన తుపాకి పేల్చాడు. మూడవ సైనికుడు అదే పని చేశాడు. ఆ రకంగా వరుస కొనసాగి, మూడుగంటలలో వార్త 650 కి.మీ. దూరంలో సెయింట్

పీటర్స్‌బర్గ్‌కు చేరింది.

మాస్కోలోని గంటల ధ్వని నేరుగా సెయింట్ పీటర్స్ బర్గ్ వినిపించేట్లయితే, అందుకు ఇంతకు ముందే మనం చూచినట్లు అరగంట వ్యవధి పట్టేది. అంటే పట్టిన మూడుగంటల్లో రెండున్నర గంటల కాలం, ధ్వని విన్న సైనికులు తమ తమ తుపాకులను పేల్చడానికి అవసరమయిన కదలికలను చేయడానికి పట్టిందని అర్థం. అదేమంత పెద్ద సమయం కాకపోయినా, వేలాది నిదానాలు కలిసి, రెండున్నర గంటల వ్యవధిగా మారింది.

పాతకాలంలో దృష్టి మీద ఆధారపడిన టెలిగ్రాఫు ఇంచుమించు ఇటువంటి పద్ధతి మీద ఆధారపడే పనిచేసేది. చేరువలోనుండే కేంద్రానికి సంకేతాలు వెలుగురూపంలో పంపితే వారు ఆతర్వాతి వారికి అవే సంకేతాలను తిరిగి పంపేవారు

డప్పు టెలిగ్రాఫు

ఆఫ్రికా, మధ్య అమెరికా, పాలినీసియా ప్రాంతాలలోని కొండ జాతులవారు ఇప్పటికి కూడా ధ్వని సంకేతాల ద్వారా సందేశాలను పంపుకుంటారు. ఇందుకోసం చాలాదూరం వరకు ధ్వనిని వినిపించేలా మోగగల "టామ్ – టామ్" లను వాడుకుంటారు. సంకేతాలను విన్నవారు తిరిగి వినిపిస్తారు. ఈ రకంగా అంచెలంచెలుగా సమాచారం చాలా తక్కువ వ్యవధిలోనే ప్రాంతానికంతా తెలిసిపోతుంది.

ఇటలీకి అబిసీనియాలకు మధ్యన యుద్ధం జరుగుతుండగా, ఇటలీవారి సేనల



చిత్రం 154. ఫిజీద్వీప వాసుల దండోరా – టెలిగ్రాఫు

ప్రతికదలికా అబిసీనియారాజు నేగస్‌కు వెంటనే తెలిసిపోయేది. శత్రువుల సంకేత సమాచార ప్రసారం గురించి తెలియని ఇటలీవారు చాలా తికమక పడిపోయారు. ఇటలీ మరోమారు అబిసీనియా మీదకు దండెత్తినపుడు కూడా, సైనికులను సమాయత్తం కావలసిందని రాజధాని అడిస్ అబాబాలో విడుదల చేసిన సందేశం, ఈ 'టామ్

– టామ్' పద్ధతిలోనే కొన్ని గంటల వ్యవధిలో దేశమంతటా అందింది.

డప్పు సందేశాల పద్ధతిని ఆంగ్లో – బోయర్ యుద్ధంలో కూడా వాడుకున్నారు. ఈ పద్ధతితో కఫిర్‌లు సైనిక సమాచారాన్ని చాలా త్వరగా ప్రసారం చేయగలిగేవారు. అధికారవార్తలు, మనిషిద్వారా అందడానికి ఎంతో ముందుగానే విషయం కేప్‌లాండర్స్‌కు తెలిసేది. కొంతమంది సాహసయాత్రికుల కథనం ప్రకారం, ఆఫ్రికన్ కొండజాతుల వారు వాడుకున్న ధ్వని సంకేత విధానం, ఇప్పటి టెలిగ్రాఫులకు ముందు వాడుకున్న ఆప్టికల్ టెలిగ్రాఫుకన్నా కూడా మంచి, ప్రసార సామర్థ్యం కలిగి ఉండేది.

టామ్ – టామ్ టెలిగ్రాఫుల గురించి నేనొక పత్రికలో కొన్ని విశేషాలు చదివాను. బ్రిటిష్ మ్యూజియంలోని పురావస్తుశాస్త్రవేత్త ఆర్. హోజెలెడన్, నైజీరియా దేశంలోని ఇబాడా అనే నగరాన్ని చూడబోయాడు. అతనికి మందంగా డప్పుల ధ్వని ఒక లయలో దివారాత్రాలు వినబడుతూనే ఉండేది. ఒకనాటి ఉదయం నీగ్రోలంతా ఆత్రంగా ఏదో మాట్లాడుకుంటున్నారు. విషయమేమిటని అడిగితే, "తెల్లవారి పెద్ద ఓడ ఒకటి సముద్రంలో మునిగిందని, చాలామంది అందులో మునిగిపోయారని" చెప్పారు. అది కేవలం పుకారు అనుకొని హోజెల్‌డన్ అప్పటికి విషయాన్ని పట్టించుకోలేదు. అయితే మూడురోజుల తర్వాత అతనికి ఒక టెలిగ్రాం అందింది. ప్రసారవ్యవస్థలో జరిగిన అంతరాయంవల్ల ఆలస్యం అయింది. వార్తలు లుసిటానియా అనే ఓడ మునిగిపోయిందని వచ్చింది. అప్పుడుగాని నీగ్రోలు అందుకున్న వార్త నిజమేనని ఆయనకు తెలిసిరాలేదు. పైగా ఆవార్త కైరోనుండి ఇబాడా వరకు కేవలం డప్పుల సాయంతో అందింది. వార్తను అంచెలుగా అందించిన తెగలవారు మాట్లాడే యాసలు వేరు. పైగా మధ్యలో కొన్ని దేశాల మధ్యన యుద్ధం జరుగుతున్నది. అయినా వర్తమానం సరిగ్గా చేరిందంటే మరింత ఆశ్చర్యం!

ధ్వనిమేఘాలు - ప్రతిధ్వనులు

ధ్వనికి కేవలం ఘనపదార్థాలేగాక, మేఘాలుకూడా అడ్డుతగులుతాయి. కొన్ని సందర్భాలలో పూర్తిగా పారదర్శకమయిన గాలికూడా ధ్వని తరంగాలను తిప్పికొడుతుంది. అలాంటి సందర్భాల్లో ఆగాలిలో ధ్వనిని ప్రసరింపజేసే గుణం మిగతా గాలికి వేరుగా మారుతుంది. దృశాశాస్త్రంలో సంపూర్ణ పరావర్తనంలాంటిదే ఇదికూడా! కంటికి కనబడని అవరోధం ఏదో ధ్వనికి అడ్డు తగులుతుంది. ఎక్కడినుండి పుడుతున్నదో అంతుబట్టని ప్రతిధ్వని వినబడుతుంది.

సముద్రతీరంలో శబ్ద సంకేతాలను గురించి ప్రయోగాలుచేస్తూ టిండాల్ ఈ రకమయిన ప్రతిధ్వనులను అనుకోకుండా వినగలిగాడు.

"కంటికి కనబడని ధ్వనిమేఘాలనుండి, విచిత్రంగా, ఇంద్రజాలమేమోననిపించేట్లు ప్రతిధ్వనులు వచ్చాయి. పూర్తిగా పారదర్శకంగా ఉండిన ఆ వాతావరణంలో ధ్వనిమేఘాలు నిండి ఉన్నాయనుకుంటాను" అని రాశాడాయన.

పారదర్శకమయిన గాలిలో, శబ్దాన్ని ప్రతిధ్వనింపజేసి, ఆకాశప్రతిధ్వనులను పుట్టించిన భాగాలకు, ఆ బ్రిటిష్ భౌతికశాస్త్రవేత్త ధ్వనిమేఘాలని పేరుపెట్టాడు. వాటిని గురించి అయన ఇంకా ఇలా వ్రాశాడు.

"ఈ ధ్వనిమేఘాలు నిరంతరంగా గాలిలో ఎగురుతూ, తేలుతూ ఉంటాయి. మామూలు మేఘాలకు, పొగమంచుకు, ఈ ధ్వనిమేఘాలకు ఎటువంటి సంబంధం లేదు. పూర్తిగా పారదర్శకంగా ఉన్న వాతావరణంలో కూడా అవి నిండి ఉంటాయి; దానితో దృష్టిపరంగా పూర్తిగా పారదర్శకమయిన రోజులు, శబ్దపరంగా మాత్రం అందుకు వ్యతిరేకంగా మారతాయి.

"ఈ ఆకాశ ప్రతిధ్వనుల ఉనికి, పరిశీలన, పరిశోధన రెండింటి ద్వారా రుజువయింది. వేరొక విధంగా వేడెక్కిన గాలితరగలవల్లగానీ, లేదా భిన్నరూపంలో ఆవిరితో సంతృప్తమయిన గాలినుండిగానీ ఇవి పుడతాయని భావం!

వినబడని ధ్వనులు

కొన్నిరకాల మిడతలు చేసే ధ్వనులను, గబ్బిలాల కీచులాటను కొందరు వినలేరు. ఆ ధ్వనులు చాలా ఎక్కువ స్థాయిలో ఉండడమే అందుకు కారణం. చెవిటివారు గాకున్నా, వారి శ్రవణేంద్రియాలలో ఎటువంటి లోపం లేకున్నా వారు హెచ్చుస్థాయి ధ్వనులను వినలేరు. పిచ్చుక కిచకిచలను కూడా వినలేని వారున్నారని టిండాల్ తెలియజేశాడు.

చుట్టుపక్కలనుండే కంపనాలన్నింటినీ మనచెవులు వినలేవనే చెప్పాలి. ప్రకంపనాలు సెకండుకు 16 కన్నా తక్కువ, 15,000 నుండి 22,000 కన్నా ఎక్కువగా ఉంటే మనకు వినబడవు. వినబడే శక్తికి అవధులు ఒక్కొక్కరిలో ఒక్కొక్కలాగుంటాయి. ముసలితనం వచ్చేసరికి ఈ శక్తి 6000/ సెకండ్లవరకు పడిపోతుంది. అందుకే కీచుగా ఉండే ధ్వనులు కొందరికి వినబడితే, పక్కనే ఉన్న మరికొందరికి వినబడవు.

చాలా రకాల కీటకాలు, ఉదాహరణకు దోమలు, మిడతలు పుట్టించే ధ్వనులస్థాయి సెకండుకు 20,000 ప్రకంపనాలకు సమానంగా ఉంటుంది. అవి కొందరికి వినబడతాయి. కొందరికి వినిపించవు. ఈ హెచ్చుధ్వనులు వినిపించని రకంవారికి, ప్రపంచం ప్రశాంతంగా ఉంటుంది. మిగతావారికి అదే ప్రపంచం తెగ గగ్గోలుగా ఉంటుంది. తన మిత్రుడితో కలిసి స్విట్జర్లాండులో నడిచి తిరిగిన ఒక సంఘటన గురించి టిండాల్ ఇలా వ్రాశాడు:

"ఆల్ప్స్ పర్వతాల మంచు ప్రాంతాలలో తిరుగుతూ నేను శ్రవణశక్తిగల అవధుల గురించిన ఒక విచిత్రమయిన కేసును స్వయంగా గమనించాను. నేను ఒక మిత్రుడితో కొండ ప్రాంతాలలో తిరుగుతున్నాను. దారి ఇరు పక్కలా ఉండే గడ్డిలో కీటకాలు కోకొల్లలుగా ఉన్నాయి. వాటి కీచుకీచు ధ్వనులు గాలిలో ప్రతిధ్వనిస్తున్నట్లు నాకనిపించసాగింది. గొప్పగోలగా ఉంది. కానీ నా మిత్రుడికి మాత్రం ఈ చప్పుడేమీ చెవినబడడంలేదు. కీటకాలగోల అతని వినికిడి శక్తికి అందుబాటులో లేదు మరి!"

గబ్బిలం యొక్క ధ్వని, కీటకాల ధ్వనికన్నా పూర్తిగా ఒకస్థాయి తక్కువగా ఉంటుంది. వాటిలోని ప్రకంపనాలు, కీటకాల ధ్వనికి పోల్చితే సగం పౌనఃపున్యం మాత్రమే కలిగి ఉంటాయి. అయితే కొందరి వినికిడి శక్తియొక్క అవధి ఇంకా తక్కువగా ఉంటుంది. అటువంటివారి దృష్టిలో గబ్బిలాలు కూడా నిశ్శబ్దంగా ఉండేవే!ఇందుకు వ్యతిరేకంగా కుక్కలు సెకండుకు 38,000 ప్రకంపనాలుండే ధ్వనిని కూడా వినగలుగుతాయని, సోవియట్ శరీర ధర్మశాస్త్రవేత్త పావ్‌లోవ్ ప్రయోగపూర్వకంగా చూపించాడు.

సాంకేతికశాస్త్రంలో అతిధ్వనులు

ఆధునిక భౌతిక శాస్త్ర నిపుణులు, ఇంజనీర్లు, ఇంతవరకు మనం అనుకున్న ధ్వనులకంటే ఎక్కువ ప్రకంపనాలుగల "వినబడిన ధ్వనులు" లేదా "ధ్వనిలేనిధ్వనులను" పుట్టిస్తున్నారు. అల్ట్రాసౌండ్ లేదా అతిధ్వనులు అనే శబ్దంలో సెకండుకు 100,000,000,000,000 ప్రకంపనాలవరకు ఉంటాయి.

క్వార్ట్జ స్ఫటికాలనుండి ఒక పద్ధతిలో బిళ్లలను కోసి, వాటికి విద్యుత్తును ఆపాదింపజేయడంద్వారా ఇటువంటిధ్వనులు పుట్టించడం, వీటిసృష్టిలో ఒక పద్ధతి. ఇందులోని విద్యుత్తును పియెజో ఎలెక్ట్రిసిటీ అంటారు. అందులో జరిగే విద్యుత్తుమార్పుల మూలంగా ఈస్ఫటికాలు ఒక నిర్ణీత కాలక్రమంలో సంకోచవ్యాకోచాలకు క్రమంగా లోనవుతాయి. అంటే వాటిలో ప్రకంపనాలు ఏర్పడి శబ్దం పుడుతుంది. స్ఫటికానికి ఒక రేడియోట్యూబు జెనరేటర్‌ద్వారా విద్యుదావేశం అందుతుంది. దానియొక్క తరుచుదనం స్ఫటికం ప్రకంపనకాలానికి తగినట్లుగా ఉంటుంది.

(క్వార్ట్జ స్ఫటికాలనుండి వచ్చే అతిధ్వనులు బలహీనంగా ఉంటాయి. పైగా వాటివెల కూడా ఎక్కువ. అందుకే వాటిని కేవలం పరిశోధనశాలల్లోనే వాడుతున్నారు. సాంకేతిక ప్రయోజనాలకోసం అతిధ్వనులను పుట్టించేందుకోసం ఇంజనీర్లు బేరియం టైటనేట్‌లాంటి పింగాణీలను తయారుచేశారు. సం॥)

అతిధ్వనులు మనకు వినబడకపోయినా, వాటి ప్రభావాలను బట్టి ఉనికి తెలుస్తుంది. ప్రకంపనం చెందుతున్న ఒక ప్లేటును ఒకనూనె జాడీలో ముంచితే, నూనె ఉపరితలం మీద 10 సెం.మీల ఉబ్బెత్తు కనబడుతుంది. అతిధ్వనుల వల్ల ఆ నూనెచుక్కలు 40 సెం.మీల ఎత్తుదాకా చిందుతాయి. ఈ నూనెలో ఒక మీటరు పొడుగు గాజుకడ్డీ ముంచితే, ఆ కడ్డీని పట్టుకున్న చెయ్యి బాగా కాలుతుంది. ప్రకంపిస్తున్న కడ్డీ చివరన పుట్టిన వేడి ఒక కర్ర ముక్కలో రంధ్రం వేయగలదు. అక్కడ అతిధ్వనులలోని శక్తి ఉష్ణశక్తిగా మారుతుంది.

సోవియట్‌యూనియన్‌లోనూ, ఇతర దేశాలలోనూ అతిధ్వనులను గురించి తీవ్రంగా పరిశోధనలు జరుగుతున్నాయి. జీవులమీద వీటికి తీవ్రమయిన ప్రభావం ఉంటుంది. అవి నీటిలోని మొక్కల పోగులను తుంచి వేయగలుగుతాయి. జంతువుల కణాలు వీటివల్ల చిట్లిపోతాయి. రక్తకణాలు నాశనమవుతాయి. ఒకటి రెండు

నిమిషాలపాటు అతిధ్వనులకు గురిచేస్తే, కప్పలు చేపలవంటి ప్రాణులు చనిపోతాయి. చుంచులాంటి జంతువులలో శరీరం $45°C$ వరకు వేడెక్కుతుంది. వినపడని అతిధ్వనులు, కనబడని అతినీలలోహిత కిరణాలలాగే రోగ పీడితులకు చికిత్స చేయడంలో వైద్యులకు సాయపడుతున్నాయి.

లోహశాస్త్రంలో అతిధ్వనులను విరివిగా వాడుతున్నారు. లోహాలలోని కలుష పదార్థాలను కనుగొనడానికి, గాలివల్ల ఏర్పడిన రంధ్రాలు, పగుళ్లు, ఇతర అంతర్గత లోపాలను కనుగొనడానికి ఇవి ఉపకరిస్తాయి. పరీక్షించదలచిన లోహానికి గ్రీసు పూసి వాటిని అతిధ్వనులకు గురి చేస్తారు. లోపంగల ప్రాంతం నుండి ధ్వని తరంగాలు చెదరగొట్టబడతాయి. ఫలితంగా 'ధ్వనిఛాయ' అనగలిగిన నీడలాంటి ప్రాంతం, నూనె అలలలో స్ఫుటంగా కనబడుతుంది. ఇటువంటి ఛాయలను ఫోటోలుగా తీయవచ్చుకూడా!

మీటరుకన్నా ఎక్కువమందంగల ఇనప దూలాల లోపల గల లోపాలను కనుగొనడానికి అతిధ్వనులను వాడవచ్చు. ఇటువంటి వాటిమీద X-కిరణాల పరీక్షలు పనిచేయవు. పైగా అతిధ్వనుల వల్ల కేవలం ఒక మిల్లీమీటరు పాటి లోపాలు కూడా తెలిసిపోతాయి. అతిధ్వనుల ఉపయోగం రాను రాను పెరుగుతుందనడంలో సందేహంలేదు.

(అతిధ్వనులు ప్రకృతిసిద్ధంగా కూడా ఉంటాయి. గాలిలో, నీటి అలలలో, సీతాకోకచిలుకలు, కీచురాళ్లధ్వనిలో ఈ శబ్దం ఉంటుంది. ఈప్రాణులు అతిధ్వనులను గ్రహించగలవుకూడా – సం॥)

పెద్దగొంతు, కీచుగొంతు

సోవియట్ చలనచిత్రం 'న్యూగలివర్'లో మరుగుజ్జులు, వారి ఆకారానికి తగినట్టే కీచుగొంతుతో మాట్లాడతారు. అలాగే గలివర్ పాత్ర ధరించిన బాలుడు పేత్యామాత్రం లోతయిన గొంతుకతో మాట్లాడతాడు. అయితే చిత్రం తయారు చేసినప్పుడు మరుగుజ్జుపాత్రలకు గొంతునిచ్చినవారు పెద్దవాళ్లయితే, బాల గలివర్ బొంగురు మాటలు చెప్పింది బాలుడే. అయితే గొంతుల శృతిలో భేదం ఎలా రాగలిగింది? దీని జవాబు చిత్ర దర్శకుడు తుష్కో వివరించినపుడు నేనాశ్చర్యపోయాను. డైలాగులు చెప్పిన వారు గొంతులు మార్చిచెప్పలేదు. వారు చాలా మామూలుగా మాట్లాడారు. మార్పు, ధ్వనియొక్క భౌతికలక్షణాల ఆధారంగా ఆ తరువాత ప్రవేశపెట్టబడింది.

గొంతులు మార్చడంకోసం, మరుగుజ్జు పాత్రధారులకు సంబంధించిన మాటలను నెమ్మదిగా నడిచే టేపుమీద, బాలగలివర్ మాటలను వేగంగా నడిచే టేపుమీద రికార్డుచేశారు. ఆటేపులను మామూలు వేగాలతో తిరిగి వినిపించారు. ఫలితం ఎలాగుంటుందో వూహించే వుంటారు. మరుగుజ్జుల మాటలు ప్రేక్షకులకు వినిపించేప్పుడు వాటి ప్రకంపనాలు చాలా తీవ్రంగా ఉంటాయి. దానితో స్థాయిపెరుగుతుంది. పేత్యామాటలు మాత్రం నెమ్మదిగా వినబడతాయి. అందుకని శృతి తగ్గుతుంది. ఫలితంగా న్యూగలివర్ చిత్రంలో మరుగుజ్జు మనుషులు మామూలు మనిషికన్నా

కీచుగొంతుతో మాట్లాడతారు. బాల గలివర్ మాత్రం మామూలు బాలురకన్నా బొంగురు గొంతుతో మాట్లాడతాడు.

ఆ రకంగా స్లోమోషన్ పద్ధతిని వాడి ధ్వనిలో మార్పులను సాధించారు. ఇదే రకమయిన ధ్వని మార్పులు గ్రామఫోను రికార్డును నిర్దేశించిన దానికన్నా తక్కువ లేదా ఎక్కువ వేగాలతో నడిపినప్పుడు కూడా వినబడతాయి.

ఒకేరోజు రెండు దినపత్రికలు

ఇప్పుడు మనం చర్చించబోయే సమస్యను ఒకసారిచూస్తే, దీనికి ధ్వనికి, అంతేగాదు, దీనికి భౌతికశాస్త్రానికే సంబంధం లేదనిపిస్తుంది. అయినా మీరు దీన్ని గమనించాలని నా ఉద్దేశ్యం. దీన్ని అర్థంచేసుకుంటే తర్వాత వచ్చే కొన్ని విషయాలు అర్థమవుతాయి. మరి! ఈ లెక్కనే మరో రూపంలో మీరు ఇంతకుముందే చూచి ఉండవచ్చు!

ఇక లెక్క ఏమిటో చూద్దాం. ప్రతిరోజు సరిగ్గా మధ్యాహ్నం పన్నెండుగంటలకు మాస్కోనుండి ఒక రైలు వ్లాదివోస్తవ్‌కు బయలుదేరుతుంది. అలాగే ప్రతిరోజూ అదే సమయానికి మరోరైలు వ్లాదివోస్తక్ నుండి మాస్కోకు బయలుదేరుతుంది. ప్రయాణానికి పదిరోజులు పట్టే సందర్భంలో వ్లాదివోస్తక్‌నుండి మాస్కో చేరేలోగా మొత్తం ఎన్ని రైళ్లను మనం చూస్తాం? ఇదిప్రశ్న. చాలామంది త్వరపడి పది అని జవాబు చెబుతారు. మీరు వ్లాదివోస్తక్ నుండి బయలుదేరిన తర్వాత మాస్కోనుండి బయలుదేరిన పదిరైళ్లేగాక, మీరు బయలుదేరే సమయానికే దారిలో ఉన్నరైళ్లుకూడా మీకు ఎదురవుతాయి. కాబట్టి సరయిన జవాబు ఇరవై, పదికాదు.

ఇప్పుడింకొంచెం ముందుకు పోదాం మాస్కోనుండి వచ్చే ప్రతి రైలులోనూ కొత్త దినపత్రిక ఒకటి ఉంటుంది. మీకు మాస్కో వార్తలలో ఆసక్తి ఉంటే రైలు ఆగినప్పుడల్లా కొత్త పత్రికను కొంటారు. అయితే మీ పదిరోజుల ప్రయాణంలో మొత్తం ఎన్ని పత్రికలు కొంటారు? ఇప్పటికి మీరు ఇరవై అని సరయిన జవాబు ఇవ్వడానికి సిద్ధంగా ఉన్నారనే నేననుకుంటాను. మీకు ఎదురయ్యే ప్రతిరైలులోనూ కొత్త పేపరుంటుంది. మీకు ఇరవైరైళ్లు ఎదురవుతాయి. అంటే మీరు ఇరవై కొత్తపేపర్లు చదువుతారనే అర్థం. మరిమీరు ప్రయాణించేది మరి పదిరోజులే అయితే, "రోజుకు రెండు కొత్తదినపత్రికలు" చదువుతారన్నమాట!.

ఇదేదో చిక్కుప్రశ్నలాగే ఉంది కదూ! మీరు దీన్ని అనుభవంలో పెట్టిచూస్తేగాని విషయాన్ని నమ్మరని అనుకుంటాను.

రైలుకూత సమస్య

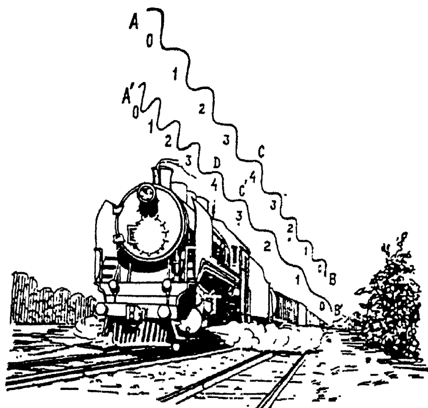
మీకు సంగీతం వినే అలవాటుంటే, రైలు మనపక్కనుండి దూసుకుపోయేటప్పుడు, దానికూత స్థాయి, ఆ శబ్దం యొక్క గట్టిదనంకాదు, స్థాయి ఎలా మారుతుందో గమనించి ఉంటారు. రెండు ట్రెయిన్లు ఒకదానికొకటి చేరువవుతున్న కొద్దీ, రైళ్ల

ఒకచోట చేరినప్పటికంటే దూరంగా ఉన్నప్పుడే కూతస్థాయి హెచ్చుగా ఉండి, రాను రాను తగ్గిందనిపిస్తుంది. రెండు రైళ్లు గంటకు 50 కి.మీల వేగంతో పరుగెత్తుతుంటే కూతస్థాయి ఇంచుమించు ఒక శృతివరకు మారినట్లు అనిపిస్తుంది.

ఇలా ఎందుకు జరుగుతుంది.? జవాబు చెప్పడం సులభమే. ముందుగా స్థాయి ధ్వనియొక్క ప్రకంపనాల తీవ్రతమీద ఆధారపడి ఉంటుందని అర్థంచేసుకోవాలి. ఇక ఈ లెక్కకు ఇంతకుముందటి దినపత్రికల లెక్కకు సంబంధం ఉందనికూడా గుర్తుంచుకోవాలి. రైలుకూత ఒకేరకంగా ఉంటుంది. అందులో మార్పు ఉండదు. అయితే రైలు దగ్గరగా వస్తున్నది, పక్కనే ఉన్నది, దాటిపోతున్నది అనే దాన్ని బట్టి మన చెవికి వినిపించే ప్రకంపనాల్లో మాత్రం తేడా వస్తుంది.

రైల్లో రోజుకు రెండు దినపత్రికలు చదివినట్లే, రెండు రైళ్లు ఒకచోట కలిసినప్పుడు వినిపించే కూతలో శబ్దంయొక్క పౌనఃపున్యం అసలు ఉండేదానికన్నా ఎక్కువగా ఉంటుంది. అయితే ఇది వినికిడి భ్రమ మాత్రంకాదు. మన చెవికి ఎక్కువ ప్రకంపనాలు వినపడతాయి అందుకే హెచ్చుస్థాయిలో ధ్వని వినబడుతుంది. దూరంపోయిన కొద్దీ ప్రకంపనాల సంఖ్య తగ్గుతుంది. అందుకని స్థాయి పడిపోతుంది.

చిత్రం 155. రైలుకూత సమస్య. ఎగువ : నిలిచి వున్న ఇంజనుకూతయొక్క తరంగాలు దిగువ : కుడి ఎడమకు నడిచే రైలు యొక్క ఇంజను కూత తరంగాలు



ఈ వివరణ మీకు నచ్చకుంటే, రైలింజనునుండి కూతకు సంబంధించిన శబ్ద తరంగాలు ఎలా ప్రసరిస్తాయో, ఒకసారి ఊహించండి. ముందుగా రైలు నిలబడి ఉందనుకుందాం. (చిత్రం 155) దానికూత బహుతరంగాలుగా వస్తుంది. సులభంగా ఉండాలని మనం కేవలం నాలుగు తరంగాలను మాత్రమే లెక్కలోకి తీసుకుందాం (చిత్రంలో పైనుండే అలలాంటి రేఖలను చూడండి). నిలిచి ఉండే ఇంజనునుండి,

ఒక స్థిరమయిన కాలవ్యవధిలో, అన్నివైపులకు ఒకే దూరానికి ప్రసరిస్తాయి. O తరంగం A, Bలనే ఇద్దరికీ ఒకేసారి చేరుతుంది. అప్పుడు 1,2,3 అలలను కూడా వారిద్దరూ ఒకేసారి వింటారు. ప్రతిక్షణం వారిద్దరి చెవులకు ఒకే రకమయిన శబ్దతరంగాలు తగులుతాయి. అందుకే ఇద్దరికీ ఒకే శృతి వినబడుతుంది.

అయితే అదే ఇంజను B నుండి A వైపు నడుస్తుంటే పరిస్థితి ఇంకొకరకంగా ఉంటుంది. (క్రింది అలలగీత) ఒక క్షణంలో కూత C వద్ద ఉందనుకోండి. అప్పుడది నాలుగు తరంగాలను కలుగజేసిందనుకోండి. ఇక అది వెంటనే D కి చేరుతుంది. ఇప్పుడు శబ్ద తరంగాలు ప్రసరించే తీరంలో తేడా గమనించండి.) తరంగం A, B ల కిద్దరికీ ఒకేసారి చేరుతుంది. అయితే D నుండి ప్రసరించిన నాలుగవ తరంగం వారికి మాత్రం ఒకే కాలంలో చేరదు. DA లమధ్య దూరం DB ల మధ్యదూరం కన్నా తక్కువ! కాబట్టి ఆ తరంగం B కన్నా A కి ముందు చేరుతుంది. మధ్యలో ఉండే 1,2 వగైరా తరంగాలుకూడా B కన్నా A కి ముందుగా అందుతాయి. అయితే కాలంలో తేడా తక్కువగా ఉంటుంది. ఫలితంగా Aకు శబ్ద తరంగాలు B కన్నా ఎక్కువ తరుచుగా వినిపిస్తాయి. అందుకే ఎక్కువస్థాయిలో కూత వినబడుతుంది. అదే సమయంలో A వైపు వెళ్లే తరంగాల నిడివి, ఇంకొకవేపు వెళ్లేవాటికంటే తక్కువగా ఉంటుంది. ఈ విషయాన్ని చిత్రంలో చూడవచ్చు.

(చిత్రంలోని తరంగాకార రేఖలు శబ్దతరంగాల ఆకారాన్ని చూపడంలేదు. గాలికణాలు శబ్దం ప్రసరించే దిశలో, నిలువుగా కదులుతాయి. అడ్డంగా కాదు. బొమ్మలో కేవలం సులువుకోసం అడ్డంగా చూపబడ్డాయి.)

డాప్లర్ ప్రభావం

పైన వర్ణించిన ఈ చర్యను డాప్లర్ అనే భౌతికశాస్త్రవేత్త కనుగొన్నాడు. అందుకే దాన్ని డాప్లర్ పేరుననే పిలుస్తున్నారు. కాంతికిరణాలు కూడా ధ్వని తరంగాల లాగే ప్రసరిస్తాయి. గనక ఈ ప్రభావం కాంతి విషయంలో కూడా కనబడుతుంది. ధ్వని విషయంలో పౌనఃపున్య పెరగడంవల్ల స్థాయి పెరిగినట్లు వినిపిస్తుంది. అదే కాంతి విషయంలో రంగులు మారినట్లు కనిపిస్తుంది.

డాప్లర్ ఎఫెక్ట్ సాయంతో, ఖగోళ శాస్త్రజ్ఞులు, ఒక నక్షత్రం కదిలి మనవేపుకు వస్తోందా, లేక మరోవేపుకు పోతోందా, తెలుసుకోగలుగుతారు. అంతేగాక దాని వేగాన్ని లెక్కించగలుగుతారు. ఈ విషయంలో వర్ణపటంలో ఏర్పడే చిక్కనైన నిలువురేఖలు వానికి సహాయపడతాయి. నక్షత్రాలు కదిలే దిశల్లో మార్పులు, వాటి పరిమాణాలు మొదలయిన వాటిని నిశితంగా పరిశీలించి వారు కొన్ని ఆశ్చర్యకరమయిన అంశాలను కనుగొనగలిగారు. సిరియస్ నక్షత్రం ప్రతి సెకండుకు 75 కి.మీల చొప్పున మననుండి దూరంగా పోతున్నదని ఈ రకంగా తెలుసుకున్నారు. అది మననుండి ఎంతదూరంగా ఉందంటే, కోట్లాది కిలోమీటర్లు మననుంచి దూరం వెళ్లిపోయినా, మనకు కనిపించే తీరులో, దాని వెలుగులో తేడా ఉండదు. డాప్లర్ ప్రభావం వల్ల

కాక, మరోరకంగానయితే ఆ నక్షత్రం కదులుతున్నదనే ఆలోచనే మనకు వచ్చేదికాదు.

అందుకే భౌతికశాస్త్రం, అన్నింటికీ ఉపకరించే, అన్ని విషయాలను కలిగి ఉండే విజ్ఞానం అంటారు. శబ్ద తరంగాలగురించి ఒక సిద్ధాంతం తయారుచేసి, దాన్నే, వాటికన్నా ఎంతో చిన్నవయిన కాంతితరంగాలకు కూడా అన్వయింపజేశారు. దానితో అంతరిక్షంలోని అగాధాల్లో ఉండే గోళాల కదలికలను లెక్క వేస్తున్నారు.

అపరాధ సుంకం

కాంతి, ధ్వని తరంగాలు దగ్గరా, లేదా దూరం అవుతున్న కొద్దీ వాటి తరంగదైర్ఘ్యం మారుతుందని 1942లోనే డాప్లర్ గుర్తించాడు. దానితో బాటే అతను చాలా ధైర్యంగా ఇదే కారణం వల్ల నక్షత్రాలు రంగులతో కనబడతాయని కూడా ప్రతిపాదించాడు. అన్ని నక్షత్రాలు తెల్లనివేనని, అయితే అవి మననుండి దూరంగా, లేదా మన దగ్గరకు కదులుతూ ఉండడం వల్లనే రంగుగా కనబడుచున్నాయని అతను అన్నాడు. తెల్లని నక్షత్రం వేగంగా మనవేపు వచ్చేటప్పుడు, దాని కాంతి తరంగాల నిడివి తగ్గి ఆకుపచ్చ, నీలం లేదా ఊదారంగుల్లో కనబడుతుందన్నాడు. అలాగే దూరంపోయే నక్షత్రాలు పసుపు, ఎరుపు లేదా ఊదారంగుల్లో కనబడతాయన్నాడు.

ఇది తప్పనడంలో ఎటువంటి అనుమానంలేదు! చలనం వలనకలిగే రంగు మార్పు కంటికి కనబడాలంటే, ఆ నక్షత్రం సెకండుకు లక్షలాది కిలోమీటర్ల చొప్పున అతివేగంగా కదలాలి. అప్పుడుకూడా, లాభం ఉండదు. అప్పుడు కూడా ఒకేసారి దగ్గరగా వచ్చే తెలుపు నక్షత్రంలోని నీలికిరణాలు ఊదాగా మారతాయి. ఆకుపచ్చకాంతులు నీలమవుతాయి. అతినీలలోహితంనుండి ఊదా పరారుణంనుండి ఎరుపుగా మారతాయి. అంటే మొత్తానికి తెలుపురంగులో ఉండే భాగాలన్నీ ఉండి చివరకు తెలుపే కనబడుతుంది.

నక్షత్రాల వర్ణంపటంలోని చిక్కని గీతలు, కదిలిపోవడం పూర్తిగా వేరుసంగతి. వాటిని నిశితమయిన పరికరాలు కనుగొనగలుగుతాయి. అప్పుడు మాత్రమే నక్షత్రాలు కదిలేతీరు తెలుస్తుంది. ఒక మంచి స్పెక్ట్రోస్కోపులో నయితే, నక్షత్రాలు సెకండుకు ఒక కి.మీ కదిలినా తెలుస్తుంది.

ప్రఖ్యాత భౌతికశాస్త్రజ్ఞుడు, రాబర్ట్‌వుడ్ ఒకసారి ట్రాఫిక్ లైట్‌లో ఎరుపు దీపం వెలుగుతున్నా చూడకుండా ముందుకు వెళ్ళిపోయాడు. పోలీసు అయనకు జుర్మానా వేయబోతే అతను వారికి డాప్లర్ ప్రభావం గురించి చెప్పాడంటారు. వేగంగా వస్తుంటే ఎర్రని ట్రాఫిక్ లైట్ ఆకుపచ్చగా కనబడుతుందని అతను అధికారులను నమ్మించాడు. ఆ పోలీసు అధికారికి కూడా భౌతికశాస్త్రం తెలిసి ఉంటే, అలా రంగులుమారి కనిపించడానికి వుడ్ కారు గంటకు 135 మిలియన్ కిలోమీటర్ల వేగంతో నడవాలని చెప్పిఉండేవాడు. అది అసాధ్యమయిన వేగం!

దాన్ని లెక్క వేయడానికి పద్ధతి ఇది! ట్రాఫిక్ లైట్ వెదజల్లుతున్నకాంతియొక్క తరంగ దైర్ఘ్యం l అనుకుందాం. వుడ్ తన కారులోనుండి చూచానంటున్నది l^1.

ఇక కారువేగం V కాంతి వేగం C ఇప్పుడు సమీకరణం వ్రాయాలి $\frac{l}{l^1} = l + \frac{V}{C}$ అన్నిటికంటే తక్కువయిన ఎరుపు తరంగదైర్ఘ్యం 0.0063 మి.మీ అని తెలుసు. ఇక ఎక్కువయిన, ఆకుపచ్చ తరంగదైర్ఘ్యం 0.0056. కాంతివేగం సెకండుకు 300,000 కి.మీలు. అప్పుడు సమీకరణం $\frac{0.0063}{0.0056} = 1 + \frac{V}{300,000}$ అవుతుంది. అందులో కారువేగం V లెక్కవేస్తే సెకండుకు 37,500 కి.మీ అని తేలుతుంది. అంటే గంటకు 135 మిలియన్ల కి.మీలు. ఇంతవేగంగా కారు దూసుకుపోయే పక్షంలో, ఒక గంట సమయంలో, పోలీసునుండి, సూర్యునికి, భూమికి గల దూరమంత దూరానికి తప్పించుకుపోగలడు. అసలింతవరకూ ఆయనకు ఫైను వేసింది వేగంగా పోయినందుకే గదా!

ధ్వనివేగంతో

బ్యాండుమేళం దగ్గరనుండి మీరు ధ్వనికి సమానమయిన వేగంతో కదిలి పోతుంటే మీకు ఏం వినబడుతుంది? రైలులో బయలుదేరిన ప్రయాణికునికి, అతనెన్ని స్టేషన్లలో ఆగినా రైలులో కనబడేది, అది బయలుదేరిన నాటి పేపరే. అదే లెక్కలో బ్యాండుమేళం నుండి మనం బయలుదేరిన క్షణాన ఏ స్వరం వాయించబడిందో, అదే స్వరం నిరంతరంగా వినబడుతుందని మీరంటారేమో!

అయితే అది తప్పు. ధ్వనివేగంలో కదులుతున్నారు గాబట్టి, మీతో పోల్చితే బ్యాండుమేళం వారు చేసిన శబ్దం విశ్రాంతి దశలో ఉంటుంది. అంటే మీకు వినబడదు. అంతా నిశ్శబ్దంగా ఉంటుంది. గనుక బ్యాండువారు వాయించడం ఆపేశారని మీరనుకుంటారు. మనం రైలుతో చేసిన పోలిక తప్పుఫలితం ఇచ్చిందేమిటి?

మనం పోల్చిన పద్ధతిలో చిన్న లోపముంది! రైలులో వ్యక్తి తాను ప్రయాణిస్తున్నానన్న సంగతి మరిచిపోతే, తాను మాస్కోనుండి బయలుదేరిన తర్వాత కొత్తవార్తాపత్రిక రానేలేదని పత్రికాఫీసు పనిచేయడం మానేసిందనికూడా అనుకోగలుగుతాడు. అందుకే అతనికి దారిపొడుగునా పాతపేపరు ఒకటే కనబడుతుందనుకుంటాడు. కాంతి వేగంతో కదిలేటప్పుడు బ్యాండుమేళం కూడా ఇలాగే ఆగిపోయిందనిపిస్తుంది.

విచిత్రమేమిటంటే, శాస్త్రజ్ఞులు కూడా ఈ విషయంలో పొరపాటు పడుతుంటారు. నిజానికి ఇది అంత గజిబిజి సమస్య కానేకాదు. నేను దీన్ని గురించి, బడిలో ఉండగానే ఒక ఖగోళశాస్త్రజ్ఞునితో చర్చించాను. అతను నా మాటలు కాదనడం నాకు బాగా గుర్తుంది. ధ్వని వేగంతో కదిలేటప్పుడు ఒకే స్వరం వినిపించాలన్నాడాయన. అతను తన వాదాన్ని ఇలా సమర్థించాడు.

"ఒక స్థాయిలో ఒక సర్వం ఉందనుకుందాం. దాని శబ్దం అలాగే ఉంది. ఇకముందు కూడా అలాగే ఉంటుంది. వరుసగా నిలబడిన మనుషులకు అది వరుసగా వినబడుతుంది. అందరికీ ఒకే తీవ్రతతో వినబడుతుందని మనం అనుకుందాం. ఈ వినేవారుండే చోట్లలోకి మనం శబ్దవేగంతో ఎప్పటికప్పుడు చేరుకోగలిగితే, ఆ శబ్దం మనకు కూడా వినబడవలసిందేగదా"

సరిగ్గా ఇదే పద్ధతిలో వాదిస్తూ, మెరుపునుండి, కాంతి వేగంతో కదిలేవారు ఆ మెరుపును చూస్తూనే ఉండగలరంటాడు.

"అంతరిక్షంలో వరుసగా అంతులేనన్నికళ్లు ఉన్నాయనుకోండి. మెరుపును అవన్నీ ఒక వరుసలో చూడగలుగుతాయి. మీరుకూడా ఆ కళ్లుండే చోటికి కాంతివేగంతో కదిలివెళ్లారనుకోండి మీరుకూడా ఎప్పటికీ ఆ మెరుపు వెలుగును చూస్తూ ఉండవలసిందే!" ఇది ఆయన వాదం.

ఇవి రెండువాదాలు తప్పని వేరే చెప్పనవసరంలేదు. ఆ పరిస్థితులలో శబ్దం వినబడదు. వెలుగు కనబడదు. ఇంతకు ముందే మనం చూచిన సమీకరణం ప్రకారం V=-C అయినట్లయితే, l^1 అనే తరంఘదైర్ఘ్యం అనంతమవుతుంది. అంటే ఒక రకంగా అది లేదన్నట్లేగదా!

నిత్యజీవితంలో భౌతికశాస్త్రం చివరకు వచ్చాం. అంతులేని ఈ జ్ఞానసాగరం నుండి ఏవో కొన్ని చుక్కలను మాత్రమే మీకందించాను. వీటిని చదివిన తర్వాత మీకు ఈ విజ్ఞానాన్ని మరింత సంపాదించాలన్న కోరిక కలిగితే చాలు. నాకృషి ఫలించినట్లే భావిస్తాను. సంతృప్తితో ఇకముందు కూడా రాస్తుంటాను.

